ENDUIT EXTÉRIEUR À LA CHAUX OU À LA TERRE

Cet enduit* s'adapte parfaitement à une maçonnerie ancienne en mouvement et sensible à l'humidité.

MIDI-PYRÉNÉES



1



2



3



4

1. Carte localisant l'utilisation de l'enduit extérieur à la chaux ou à la terre en Midi-Pyrénées
2. Enduit teinté dans la masse, Hautes-Pyrénées
3. Maison bourgeoise enduite et couverte d'un badigeon, Lot
4. Maison rurale enduite dont les détails de façade sont marqués par un badigeon teinté, Lot

[PRÉSENTATION]

» Emprise géographique

Utilisés couramment dans la construction depuis l'antiquité, les enduits extérieurs sont présents sur l'ensemble du territoire régional.
Les enduits de terre sont situés sur la zone de bâti en terre crue.

» Définition

Revêtement mural, composé d'une ou plusieurs couches, destiné à assurer la protection de la maçonnerie et à améliorer l'esthétique de la construction.
L'enduit est principalement composé d'un ou plusieurs liants qui peuvent être minéraux (terre), artificiels (chaux*), ou les deux. Ils sont par la suite mélangés à un agrégat (sable local de rivière ou plus récemment de carrière) et de l'eau. Le dosage varie selon les caractéristiques du liant* et de son support. L'enduit peut être complété par un badigeon* qui améliore la protection du mur et apporte une touche colorée à la façade.

» Milieu

Milieu rural et urbain.

[PRINCIPE CONSTRUCTIF]

» Matériaux

La chaux*****, matière de couleur blanche ou grise, est obtenue par cuisson des roches calcaires plus ou moins chargées en matières hydrauliques. Selon la pureté du calcaire, on parle de chaux aérienne***** ou hydraulique*****. Pour une utilisation dans le bâtiment, elle doit être "éteinte" car elle est avide d'eau et brûle tout corps organique qui entre en contact avec elle. Une chaux éteinte se présente en poudre ou en pâte.
La chaux aérienne contient moins de 8% d'argile. Elle est utilisable pour maçonner, enduire, badigeonner et peindre. Elle est particulièrement adaptée aux enduits en milieux secs et aux badigeons. La chaux hydraulique provient de calcaires argileux. Elle contient entre 8% et 20 % d'argile. Elle n'est utilisable que pour la réalisation d'enduits ou en maçonnerie.

La terre, composée d'argile, de sable et de limon est un bon matériau pour réaliser des enduits. D'abord tamisée puis broyée, elle est mélangée à de l'eau, des liants, des fibres végétales ou autrefois des fibres animales (poils d'animaux).



1



2

» Type de pose

- L'enduit à la chaux

Traditionnellement, l'application du mortier se fait à la main. Une à trois couches sont nécessaires, selon la nature du support. Le temps de séchage est d'environ 2 semaines pour les chaux à tendance hydraulique et plus de trois semaines pour les chaux à tendance aérienne.

- L'enduit à la terre

Il doit être élaboré de préférence à partir de la même terre que celle qui constitue le mur. Pour que les différentes couches soient de plus en plus poreuses et perméables à l'air, leur résistance doit être décroissante en partant du support. Pour une bonne protection, le mur doit bénéficier d'un large débord de toiture et d'un soubassement maçonné à la chaux qui empêche les remontées d'humidité.



3

» Aspect et finitions

Les finitions traditionnelles : projeté au balai (aujourd'hui rare), lissé, relevé à la truelle ou taloché.
Selon la nature du bâtiment, l'enduit sera simplement taloché (grange) ou bien agrémenté d'une couche de finition, parfois complétée d'un badigeon coloré par des pigments naturels locaux, pour un habitat bourgeois.
Souvent, les façades sont enduites car la maçonnerie, composée de moellons assemblés avec un mortier de terre-chaux, est vulnérable aux intempéries et n'a pas vocation à être apparente, contrairement aux murs en pierre de taille et pans de bois sculptés, qui ont été conçus pour être vu. Le mortier***** (de chaux ou de terre) vient alors en léger retrait ou au nu des pierres, mais jamais en surépaisseur.

La couleur de l'enduit est donnée par le sable local ou par un badigeon de chaux composé de pigments naturels (terres) ou, plus récemment, d'oxydes.



4

1. Enduit à la chaux lissé, Tarn-et-Garonne
2. Enduit à la chaux sur structure à pans de bois, Tarn-et-Garonne
3. Ensemble bâti enduit. L'enduit de la partie habitation est recouvert d'un badigeon alors que la grange est recouverte d'un enduit à la chaux plus simple, Ariège
4. Maison traditionnelle en pierre recouverte d'un enduit à la chaux, Hautes-Pyrénées

» **Outils**

Truelle*****, taloche, lisseuse, gamatte, pelle, seau.

» **Métiers**

Maçon ou ouvrier agricole.

» **Performances**

L'enduit à la chaux (chaux-sable) est un mélange «élastique» qui s'adapte parfaitement à une maçonnerie ancienne en mouvement et sensible à l'humidité. Il constitue la «peau» du bâtiment et le protège des intempéries, tout en conservant une perméabilité au gros-œuvre. Son élasticité naturelle limite la fissuration à condition que le type de pose et le dosage du mortier soient adaptés au support.

L'enduit à la terre a des propriétés mécaniques très spécifiques. Il absorbe l'humidité ambiante ou, au contraire, évapore son humidité interne en fonction de l'équilibre hygrométrique.

» **Pathologie du vieillissement**

- Décollement, cloquage et gonflement de l'enduit liés à une mauvaise adhérence au support et aux couches entre elles.
- Fissurations liées à un mauvais dosage (faïençage).
- Apparition de taches et bactéries (efflorescence, spectres…).
- Décollement de l'enduit de terre dû à une terre trop riche en argile ou au contraire trop pauvre en stabilisant.


1


2

[DESCRIPTION DE MISE EN OEUVRE]

Avant toute intervention, il est nécessaire de réaliser un diagnostic, permettant de choisir la bonne intervention en accord avec le bâtiment. Le professionnel qualifié doit réaliser un sondage de l'enduit (nature, état), relever la présence éventuelle de pathologies (humidité, fissure…), et analyser la typologie du bâtiment et les décors.
Dans certains cas il est possible de réaliser une reprise de l'ancien enduit et d'unifier l'ensemble par un badigeon. Un "rapiéçage" permet de prolonger la vie d'un enduit plein de charme.

En général, pour la rénovation d'une façade, on procède au piquage de l'ancien enduit lorsqu'il est défectueux ou inadapté, puis au dépoussiérage. L'humidification du support facilite l'adhésion du gobetis***** (première couche) : le mortier est jeté à la truelle de façon à «salir» le mur pour une bonne accroche de la deuxième couche. Il est suivi d'un corps d'enduit (mortier relevé à la truelle ou taloché). Une couche de finition peut être réalisée de la même façon en privilégiant, pour les bâtiments bourgeois, un sable plus fin pour une mise en valeur de la façade. La surface de l'enduit est granuleuse et sa texture comporte des agrégats de 0,3 à 1 cm.
Un badigeon ou lait de chaux posé «a fresco»***** (lorsque l'enduit est encore frais) peut venir améliorer la protection et l'esthétique de la façade en redessinant les éléments de décors existants avant l'intervention.


3

1. Cloquage et décollement de la dernière couche d'enduit, Ariège
2. Chantier de restauration, réfection d'un enduit à la chaux, Ariège
3. Mise en valeur de la façade par la texture et la couleur de l'enduit, Hautes-Pyrénées

- Pour garantir les qualités d'un enduit (respiration, perméabilité) adapté aux constructions anciennes, sa préparation et sa projection doivent être manuelles.

Le passage en machine est relativement compliqué sans l'ajout d'adjuvants. La raison de ces conditions tient à la composition du mortier : chaux naturelle, sable, eau. Ce mélange est très collant et inadapté aux machines à projeter. Si le produit vendu est compatible au passage en machine, cela signifie qu'il contient des adjuvants (naturels ou pas) favorisant sa projection mais pouvant nuire à ses qualités (respiration, perméabilité…). Des normes européennes permettent de s'y retrouver : on préférera pour les enduits la chaux hydraulique NHL 3.5, ou 2 et la chaux aérienne CL80 ou Cl 90 mélangées à un sable de granulométrie variable et si possible local et à de l'eau. Le dosage dépend du support et parfois plusieurs essais sont nécessaires pour trouver la bonne formule.

- Terre : pour une bonne mise en oeuvre de l'enduit, les murs doivent être d'abord dépoussiérés puis grattés pour aplanir la surface avant d'être légèrement humidifiés.

Certains supports comme le torchis*****, nécessitent une préparation spécifique. Lors de l'application, il convient de bien lisser le torchis puis d'effectuer un striage à la truelle en quadrillant la surface à enduire pour faciliter l'accrochage et l'adhérence.

L'enduit est généralement appliqué en deux passes successives, un corps d'enduit épais et rugueux et une couche de finition lissée, d'une épaisseur plus faible. Il est ensuite possible d'appliquer un badigeon.

Sur une ossature bois, l'enduit recouvre entièrement les pans de bois. Seuls les éléments en saillie ou sculptés restent apparents ou sont badigeonnés.



1



2

1. Enduit sur mur en terre crue, Tarn-et-Garonne
2. Enduit à la terre, chaux et sable sur structure à pans de bois, Tarn
3. L'enduit du mur est restauré à l'identique. L'enduit d'origine est encore présent sur le choeur de l'église et sert de référence, Ariège
4. Façade restaurée avec un enduit traditionnel badigeonné, Ariège



3



4

[USAGE, EVOLUTION, TRANSFORMATION]

» **Usage**

- Terre : dans les bâtiments d'habitation.
- Chaux : dans les bâtiments d'habitation, les bâtiments agricoles et le petit patrimoine.

» **Évolution, transformation**

- Enduit à la terre : appliqué en intérieur, il permet d'atténuer l'effet de paroi froide mais un complément d'isolation des murs de façade est nécessaire.
- Les enduit à la chaux : la tendance au "décroûtage" qui consiste à enlever l'enduit pour laisser un système constructif apparent, fragilise ce dernier (pans de bois, pierre, briques...) en supprimant la protection qu'exerçait l'enduit et en exposant aux intempéries le mur. De plus, cela nuit à l'authenticité du patrimoine et au savoir-faire traditionnel.

La mise en œuvre doit être aujourd'hui en accord avec le DTU qui n'est pas incompatible avec la démarche patrimoniale .

*Voir glossaire

Les 8 Conseils d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de Midi-Pyrénées
Rédaction : CAUE de l'Ariège, CAUE des Hautes-Pyrénées - Date : août 2011
Crédits photos : CAUE 09, CAUE 12, CAUE 46, CAUE 81, CAUE 82, CAUE 65
Charte graphique : Pauline REDOULÈS
Avec le soutien de la Région Midi-Pyrénées

Précis d'utilisation de Chaux Naturelle Hydraulique NHL



« Ou comment utiliser la nature pour nous protéger de ses caprices ».

Olivier Labesse.

À mon Père,
cet homme à qui je dois tout.

Avant-propos

Des murs qui chantent ! Voilà ce que nous propose dans ce petit recueil, Olivier Labesse, jeune maçon, qui n'a pas hésité à partir travailler en Irlande pour comparer les méthodes ancestrales de limousinage. Mieux que les éternelles rengaines des grandes marques avec leurs conseils de technocrates, nous avons ici un véritable petit traité sur les enduits.

Face aux revêtements uniformes dus aux sacs « prêt à l'emploi » dont le résultat est d'une sécheresse désolante et le vieillissement rapide, reflet d'une sorte de paresse intellectuelle, les « mélanges chantiers » qu'Olivier Labesse nous propose ici sont sûres de vous séduire.

L'architecture a toujours reflétée la géologie des lieux : autrefois, on prenait systématiquement les sables locaux qu'on lavait et tamisait grossièrement. Il en résultait un superbe mariage entre les murs et le terrain environnant. Regardez ces hameaux si bien intégrés aux paysages alentours et qui font naturellement parti de notre patrimoine. Nous avons l'impression qu'ils sont là depuis des siècles, car les réparations de ces murs sont un travail aussi discret que celui d'un ébéniste avec pour qualité première l'humilité.

Marc Alibert
Architecte des Bâtiments de France.
Architecte et Urbaniste d'État.

Introduction

Depuis le jour où, de devenir Maçon, a été ma volonté, le travail de la pierre fut mon souhait, car elle est à mes yeux gage d'esthétique, de pérennité et de confort. La pierre allant de paire avec la chaux, c'est naturellement que travailler ce matériau vint.

Il me fallut bien du courage pour affronter, les soi-disant, les médisances, l'hégémonie du système éducatif même, qui prônait un prosélytisme des masses et qui me fit entendre, la même chanson que les autres, celle du Bac + deux minimum si tu veux être quelqu'un. Mon envie de construire étant plus forte ; la vision du vieillissement sur les chantiers, me fit comprendre un savoir en danger et pris sur moi de le prendre de Lyon à Rennes, de Brive à Toulouse, de Waterford à Dublin.

La Maçonnerie est un Art puisqu'il y a des Artisans.

Par chance, ayant pris une décision très jeune, malgré les vents et les tempêtes, rencontré bien des gens, du simple agriculteur à la présidente d'Irlande, notamment cette femme en Dordogne, veuve depuis peu, seule dans sa ferme, voulant un mur autour de l'entrée, ce que nous fîmes. Les pierres du champ d'en bas que le travail de la terre avait remontées, et les hommes mis en tas, furent avec la Chaux nos seuls éléments de construction pour ce mur, « se protéger grâce à la nature sans nuire à celle-ci ».

Tenant surtout à remercier les Chaux de Saint Astier instigatrice de ces normes, rejoint par d'autre, qui sont : Lafarge, avec les chaux de Cruas, Socli avec notamment les chaux Rabot ainsi que les chaux de Boehm ; tous membres de l'ATILH, qui permis la coordination de ces normes.

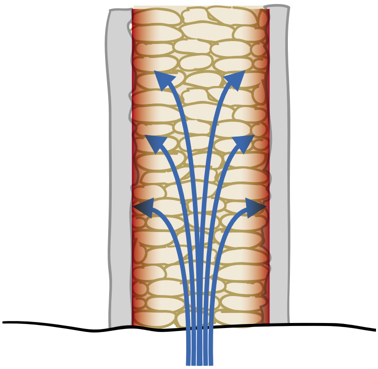
Il est un fait que certains puristes, crieront aux scandales car mon traité ne parle pas de technique, d'utilisation de Chaux aériennes, mais en France la « décennale », assurance obligatoire dans l'artisanat en Maçonnerie, ne couvre que les liants hydrauliques, car la Chaux Aérienne, ne contenant qu'une faible proportion de silice voire inexistante pour les plus pures, donc je ne préconise pas forcément leurs usages dans le bâtiment surtout en extérieur, car les intempéries font et défont les enduits, de plus la palette des chaux aériennes n'est munie que d'une seule référence, à la différence des Chaux Hydraulique Naturelle qui sont au nombre de trois.

J'ai pris sur moi, de m'affronter une quadrature du cercle car c'est un peu le problème avec la chaux, rien n'est acquis tout reste à faire.

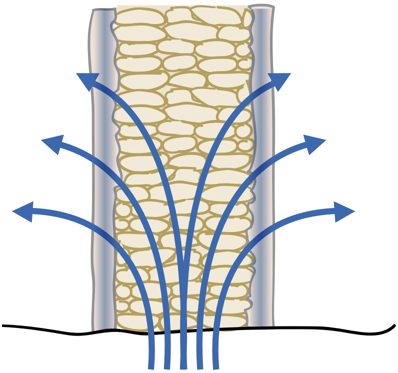
La chance m'a été donnée de parler anglais ce qui m'ouvrit bien des portes car cette langue est la langue universelle, comme le français est la langue la plus précise et la plus poétique du monde. De plus que serait la France sans ses monuments.

Olivier Labesse
Maçon Limousin

Table des matières



Enduit au ciment



Enduit à la chaux



Sur ce mur on remarque des traces d'humidité sur la chaux, dues à un ancien enduit au ciment. Ces traces disparaîtront au fil du temps, car la chaux laisse la pierre respirer.

1 - LE CIMENT

Il résulte de la cuisson à 1 450° C de 80 % de calcaire et de 20 % d'argile, entraînant ainsi une plus forte dureté. Comparons le ciment à un sac plastique et le mur à un vêtement en coton humide. Mettez le vêtement dans un sac plastique et patientez quelques jours. Le vêtement se gâte. Le même phénomène s'opère au niveau du mur. Contrairement à la Chaux, le ciment empêche la respiration de la pierre et emprisonne l'humidité dans la pierre rendant celle-ci friable et pourrissable.

2 - LA CHAUX

La Chaux Hydraulique Naturelle est cuite vers 1 030 °C, et laisse le mur respirer à la différence du ciment, assainissant ainsi l'intérieur des maisons. L'humidité est souvent la cause des désordres dans la maçonnerie si celle-ci est en pierres, en terre crue, cuite ou en briques. C'est pourquoi la chaux me semble être un élément indispensable dans la construction. Et toujours d'actualité au XXIe siècle

3 - LA FABRICATION

3.1 L'extraction :

La Chaux Hydraulique Naturelle, provient de gisements de calcaire siliceux Les indices 2 (8% de silice); 3.5 (10% de silice) et 5 (12% de silice) précisent la résistance en megapascal de la chaux à la compression par cm^2 au bout de 28 jours. L'hydraulicité détermine aussi la prise dans l'eau. L'argile siliceuse se combinant au calcaire à la cuisson, provoque une vitrification naturelle de la Chaux. Plus la résistance à la compression est élevée, plus la Chaux est dure, et plus elle sera cassante et grise.

3.2 La cuisson :

Le Calcaire siliceux est cuit aux alentours de 1 030 °C et est transformé en un agglomérat appelé chaux vive, qui sera concassé, broyé et mis en sac.

3.3 Les Outils :

Les outils dont vous aurez besoin varient selon le travail à effectuer. Ils n'ont rien de coûteux. Soyez convaincus qu'un bon outil vaut mieux qu'un outil bon marché que l'on remplace à chaque fois. Pour ma part, je ne suis pas là pour dire si telle ou telle marque est meilleure qu'une autre. À chacun de se faire son opinion. Sachez néanmoins que je fais venir mes truelles de l'étranger, considérant celles-ci plus agréables, que celles distribuées en France.



Les trois outils principaux pour mettre en place un enduit.



Le piochon.



La truelle.



La taloche.

Le pot de projection :

Outil utilisable avec un compresseur, il vous permettra d'éviter les tendinites du coude. Il se branche sur le compresseur obligatoirement et nécessite une pression minimum de 4 à 8 bars. Vous pourrez l'utiliser pour enduire ou rejointoyer, cela dépendra des buses et de la plaquette que vous placerez en embout de pot de projection. Cet outil requiert une certaine force physique, car il s'agit en fait de remplir le pot pour ensuite envoyer son contenu sur le mur à l'aide de l'air comprimé. Cet outil s'utilise comme une mitraillette, sauf qu'à la place des balles, du mortier en sort. Prévoyez un mortier assez liquide, car la vitesse de projection due à l'air comprimé, assèche le dit mortier. Utilisez donc ce pot comme si vous jetiez le mortier avec la truelle.

Utilisez cet outil avec : un masque, des gants, une combinaison intégrale. Pour ma part j'utilise aussi un casque anti-bruit, le bruit peut être pénible et dangeureux pour l'audition au bout d'un certain nombre de mètres carrés recouverts.

4 - LES NORMES

4.1 NHL ou Natural Hydraulic Lime (Chaux Hydraulique Naturelle) :

On peut distinguer trois sortes de NHL :

NHL 2, NHL 3.5 et la **NHL 5**.

Les indices 2 ; 3.5 et 5 précisent la résistance en megapascal de la chaux à la compression par cm^2 au bout de 28 jours.

La Chaux Hydraulique Naturelle, provient de gisements de calcaire siliceux Les indices 2 (8% de silice); 3.5 (10% de silice) et 5 (12% de silice) précisent la résistance en megapascal de la chaux à la compression par cm^2 au bout de 28 jours. L'hydraulicité détermine aussi la prise dans l'eau. L'argile siliceuse se combinant au calcaire à la cuisson, provoque une vitrification naturelle de la Chaux. Plus la résistance à la compression est élevée, plus la Chaux est dure, et plus elle sera cassante et grise.

Tableau des normes et des chaufourniers

MARQUES / NORMES	LAFARGE	SAINT ASTIER C-E-S-A	SOCLI CALCIA	BOEHM
NHL 2	Crualys	Terrachaux	Rénochaux	/
NHL 3.5	/	Chaux Pure Blanche LC****	Calcia Chaux Blanche	/
NHL 3.5 Z	Chaux Blanche	/	/	/
NHL 5	/	NHL 5	Chaux Rabot	/
NHL 5 Z	Tradiafrge	Batichaux	/	/

4.2 NHL-Z :

Chaux Hydraulique Naturelle transformée (Z) car sa résistance à la compression est accrue avec « l'adjonction d'un Hydraulifiant, tel que le ciment, la Pouzzolane, ou tout autre liant hydraulique, dans une limite de 20 % ». Pour connaître le taux d'adjonction, reportez-vous aux fiches du Chaufournier (Fabriquant de Chaux).

Le mélange de chaux et pouzzolane est connu depuis l'antiquité, Vitruve dans son traité d'Architecture y consacre un chapitre.

À cette époque, il n'avait pas encore été découvert que la Silice provoquait l'Hydraulicité, Vitruve pensait à tort que le soufre contenu dans la Pouzzolane, durcissait la chaux.

4,3 cl 90 Chaux Calcique (Calcic Lime) :

Chaux Aérienne provenant d'un Calcaire pur à plus 98 %.

4,4 dl 80 Dolomitic Lime (Chaux dolomitique) :

Chaux provenant d'un calcaire dolomitique. Chaux Aérienne pure aussi à 98 %, mais provenant de la cuisson de coquillages et de coraux uniquement.

4.5 Autres :

D'autres chaufourniers ont créé leurs propres références de chaux, qui seraient assimilables à la chaux hydraulique donc HL, non NHL, mais je ne connais ni la résistance à la compression, ni la résistance au temps.

Bien qu'assimilables HL ou chaux hydrauliques ces Chaux qui sont à résistance fixe, ne peuvent pas être utilisées sur tous les supports ainsi que dans toutes les maçonneries, à la différence des Chaux Hydraulique Naturelles, aux normes AFNOR.

5 - LES ENDUITS

Ils sont constitués de trois couches, toutes composées d'eau, de sable et de chaux, auxquels on peut rajouter de la couleur : pigment ou sable coloré.

5.1 Les Ingrédients :

5.1.1 Le Sable :

Le Sable sera l'ossature de votre enduit. Il en sera aussi le facteur esthétique, puisque la coloration de l'enduit dépend de la teinte du sable que l'on mélange à la chaux plus ou moins blanche. C'est un élément indispensable à la construction et aux enduits.

« Il fut victime du ciment, ce qui fit de lui un granulat, sans relief, l'homogénéité et la neutralité, demandées pour des mortiers au ciment ont su trouver rapidement leur réponse dans l'industrialisation « d'un sable » uniformisé. A contrario, les enduits réalisés à partir de chaux naturelles, nécessitent l'emploi de « sables » variés, dont le choix est déterminant pour l'aspect et la qualité de l'enduit. Ce choix est basé sur des éléments de connaissance historique, scientifique, technique et économique ».

Tiré de l'ouvrage, *Les Sables*,
édité par ARTEFAB - Pays de Loire.
Tel +33 (0) 2 40 89 30 22.

« Or, dans la maçonnerie de moellons, d'abord il faut s'enquérir du sable. Qu'il soit propre au corroyage du mortier et ne contienne pas de terre mélangée. Or, les genres des sables de carrière sont ceux-ci ; le noir, le blanc, le rouge, le tuf noirâtre. Parmi eux celui qui, frotté dans la main sera criant sera excellent. Au contraire, celui qui sera terreux n'aura pas l'âpreté (du son). De même le sable terreux, jeté sur une étoffe blanche, puis chassé par secousse ou par choc : s'il ne l'a pas souillé et que la terre n'y soit pas restée, il sera convenable. S'il n'y pas de carrière d'où le sable puisse être extrait des cours d'eau ou provenant du gravier. Celui qui provient du rivage de la mer, a dans la maçonnerie a les défauts suivants : il sèche difficilement et le mur ne comporte pas une exécution qui fait croître la charge d'une manière continue, mais doit se reposer par intermittence, et ne résiste pas à l'effort des voûtes.

Et le sable marin, en plus de cela, a encore un inconvénient, les parois lorsque des enduits leur auront été appliqués dessus rejettent la salure, détachant la croûte d'enduit. Au contraire des sables de carrière employés en maçonneries sèchent rapidement.

Et les enduits se maintiennent. Et les maçonneries résistent à l'effort des voûtes : mais seulement ceux qui sont récemment extraits des carrières ; si en effet, après leur extraction, ils séjournent trop longtemps, brûlés par le soleil, la lune et la brume ils se désagrègent et deviennent terreux. À cet état, lorsqu'ils sont incorporés à la maçonnerie, ils ne peuvent maintenir les moellons, car ceux-ci s'écroulent et tombent et les parois ne peuvent supporter les charges. Par contre, ces sables de carrière récemment extraits ont dans les maçonneries de si grands avantages a contrario dans les enduits ne conviennent pas. La chaux ayant de la paille mêlée à sa patte ne peut, à raison de la violence de sa prise, sécher sans fente dans les enduits.

Au contraire, les sables de rivière, à raison de leur ténuité, prennent dans les enduits, comme le béton damé, de la solidité sous, les coups de battes ».

D'après Vitruve architecte romain du Ier siècle avant J.-C.

Le sable sera à la fois l'ossature de votre enduit et aussi son esthétique, de par la transparence de la chaux.

5.1.2 Les Pigments :

Ne parlant pas ici des colorants, qui sont d'origine artificielle, car ayant vu avec le temps, en observant le travail de mon Père depuis 1979, que ceux-ci n'ont pas la même tenue que les pigments qui sont, eux, d'origine naturelle.

Il est aussi possible d'utiliser des sables colorés naturellement, (voir l'extrait du Vitruve),

Attention les sables argileux, plus riches en silice, provoquent une fragilisation des enduits à base de NHL, étant donné que la silice cuite est déjà une constituante de base de la Chaux Hydraulique Naturelle, ce qui peut entraîner en séchant des fissures, donc, faites des essais préalables afin de vérifier le sable. Attention, plus il y a de présence d'argile ou de fine dans le sable plus votre enduit sera fragile.

5.2 La Préparation :

La base actuelle des enduits se constitue en trois étapes, Gobetis, Dégrossi et Finition qui ont été prescrites par les DTU, la « bible » du bâtiment Cependant, pouvant remarquer, suite à de nombreux « Piquages » (terme technique, qui désigne le fait d'enlever un vieil enduit) que la mise en place des enduits n'était pas la même avant l'arrivée du ciment.

Par ce précis je vous propose de travailler les enduits à l'ancienne, avec des matériaux d'aujourd'hui.

5.2.1 Le Gobetis :

Tableau de ratio pour Gobetis

Béton cellulaire **Pierre Tendre**	*1,5S/1C* **- NHL 2**
Pierre Ferme	*1,5S/1C* **- NHL 3.5**
Mâchefer	*1,5S/1C* **- NHL 3.5**
Pierre Froide **Béton de Ciment** **Brique neuve**	*1,5S/1C* **- NHL 5**

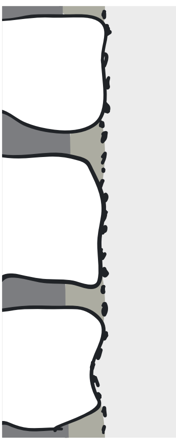
S volume de Sable et *C* volume de Chaux.

Consommation moyenne de chaux 1 sac pour 30 m^2.

Pensant que le gobetis est, sur la pierre, quelque chose à manier avec beaucoup de précaution, les joints entre pierres se doivent d'être préalablement repris, afin que le gobetis, ne vienne pas créer de désordre en ne rebouchant que partiellement les joints et, créant ainsi au bout d'un certain temps un mouvement de pierres dans ce mur et donc à moyen terme, une fissuration : il est très important de bien rejointoyer, avant de mettre la couche de gobetis sur le mur en pierre.

Les ratios utilisés habituellement sont de 1,5 volume de sable pour 1 volume de Chaux : NHL 2 sur un support tendre, NHL 3.5 sur un support ferme, NHL 5 sur un support dur ou exposé à de fortes intempéries comme le béton, le parpaing. Pour anecdote, le mot « parpaing » vient d'une pierre de limousinage qui passe de part en part du mur.

Le mortier doit être très liquide. On dit en langage de chantier que c'est de la « soupe »



Le gobetis est une couche d'accrochage afin de mettre en place les couches d'enduits successifs.

5.2.2 Dégrossi :

5.2.2.a Dégrossi ou Refourmis :

Appelé aussi couche de consolidation pour maçonnerie Cette couche est pour moi, encore une fois, une couche d'enduit faite pour rejointoyer, consolider et accrocher et non pour aplanir, ce qui me parait difficile pour un mur en pierres.

Consommation moyenne de chaux 1 sac pour 5 m^2.

Tableau de ratio pour dégrossi ou refourmis

	< 1 cm	**> 1 cm**
Pierre Tendre **Béton cellulaire** **Mâchefer 2S 1C 2.5 S 1C**	**NHL 2** *2S/1C*	*2,5S/1C*
Pierre Ferme	**NHL 3.5** *2S/1C*	*2,5S/1C*
Pierre Froide **Béton de Ciment** **Brique neuve**	**NHL 5** *2S/1C*	*2,5S/1C*

S volume de Sable et ***C*** volume de Chaux.

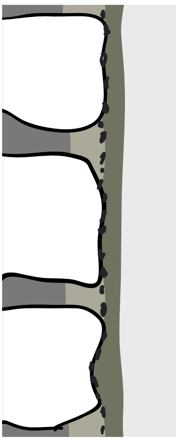
Elle devra être appliquée en Jeté, car si l'on écrase cette couche, la laitance de Chaux, empêchera, la couche supérieur, donc de finition de coller proprement. À moyen terme, une dessiccation des couches, pourra être observée

Il est vrai que le charme d'un mur en pierres est de ne pas être droit, mais cela ne l'empêche pas de rester en place plus de 500 voir 1 000 ans. Le principal atout de la chaux est de laisser le mur respirer, à la différence du ciment.

Les ratios sont de 2 volumes de sable pour un volume de chaux pour une épaisseur allant jusqu'à 1 cm et de 2.5 volumes de sable pour 1 volume de chaux pour une épaisseur supérieure à 1 cm. Appliquez le dégrossi sur une surface parfaitement propre et saine.

Il est impératif de ne pas oublier que les couches successives doivent être de moins en moins dosées en chaux, pour obtenir une résistance dégressive du support, vers l'extérieur. Donc votre dégrossi, ne sera jamais en dessous de 2,5 pour 1.

Sur les Briques anciennes, il sera intéressant de travailler un mortier dosé à 2 volumes de sable pour 1 volume de Chaux NHL 3.5. Tandis que pour les briques neuves, un mortier dosé à 2,5 pour 1 avec une Chaux NHL 5 est nécessaire.



Le dégrossi est une couche qui consolide et protège les pierres avant la mise en place de la couche de finition.

La pose se fait au jeter.



5.2.2.b Le Chanvre :

Utilisé depuis l'antiquité pour la qualité de sa fibre, il sera l'armature de votre enduit en même temps que votre isolant, vous désirez l'utiliser, une chaux NHL 3.5 sera alors employée, à raison de 4 volumes de Chaux, 2 volumes de sable pour 10 volumes de chanvre. Mélangez avec de l'eau jusqu'à obtention d'un ensemble assez solide mais malléable, il vous sera difficile de faire tenir sur le mur, un mélange trop liquide. Il vous sera facile à mettre en place. Le but de cet enduit est de laisser de l'air entre les filaments, le vide étant le meilleur isolant connu à ce jour.

Pour couvrir cet enduit, faites une finition de votre choix. N'utilisez cette possibilité qu'à l'intérieur, car le gel pourrait être fatal au dégrossi : l'air pris dans les fibres peut aussi contenir de l'eau qui, gelée, fera fissurer l'enduit.

5.3 Finitions :

Tableau de ratio pour finitions

	Zone A **NHL 2**	Zone B **NHL 3.5**	Zone C **NHL 5**
Rejointoiement	*2,5S/1C*	*2,5S 1C*	*2,5S/1C*
Gratté **Taloché Bois**	*3S/1C*	*3S/1C*	*3S/1C*
Taloché plastique	*3,5S/1C*	*3,5S/1C*	*3,5S/1C*

S volume de Sable et ***C*** volume de Chaux.

Zone A = Zone de Climat tempéré

Zone B = Zone de climat très humide

Zone C = Zone de climat très corrosif, bord de mer, montagnes ou climats très froids.

5.3.1 Les finitions brutes :

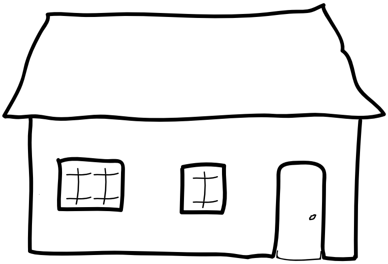
Bouclier contre les intempéries, manteau de votre maison, la finition que vous choisirez lui donnera aussi son charme extérieur.

5.3.1.1 Finition Andalouse ou Rustique :

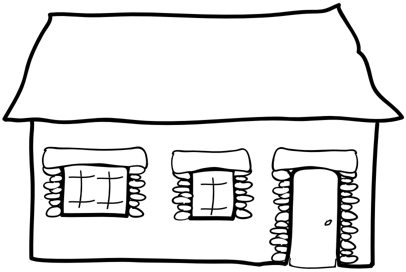
5.3.1.1.a Andalouse :

C'est le mur enduit entièrement : façade, dessous de linteaux et tableaux. Toute la pierre est recouverte, ce qui donne un aspect méridional, car tout ne tient qu'en un seul bloc, présentant des arrondis aux entourages de fenêtres.

Consommation moyenne de chaux 1 sac pour 6 m^2.



Finition Andalouse.



Finition Rustique.

5.3.1.1.b Rustique :

Seule la façade est enduite, les entourages de fenêtres et portes sont apparents. Pour avoir les angles de rencontre de façade à 90° utilisez une règle chanfreinée, ou biaisée à 45°. Attention ! Toute façade commencée doit être terminée en une fois, sinon les joints de reprises affaibliront les qualités mécaniques de votre enduit entraînant fissures et désagrégation.

Utilisez une NHL 2, la plus blanche et la plus souple des NHL, légèrement hydraulique, moins friable que les Chaux aériennes donc plus adaptée au temps de travail des entreprises. Une plâtoire et deux éponges vous suffiront pour la réaliser.

Les ratios généralement observés, pour ce qui me regarde, sont de 3 volumes de sable pour 1 volume de chaux. Mélangez le sable avec la chaux et pendant que le malaxeur tourne ajoutez suffisamment d'eau pour obtenir un mélange crémeux.

Si vous désirez adjoindre des pigments pour colorer votre enduit, je vous conseille de rajouter au mortier dans le malaxeur en marche deux cuillerées à soupe de liquide vaisselle. Ceci facilitera la dissolution du pigment et évitera ainsi des nervures de couleur dans votre enduit. Faites d'abord des essais sur des petites surfaces afin de trouver la couleur qu'il vous faut. Étalez le mortier en couches parallèles qui se touchent à l'aide

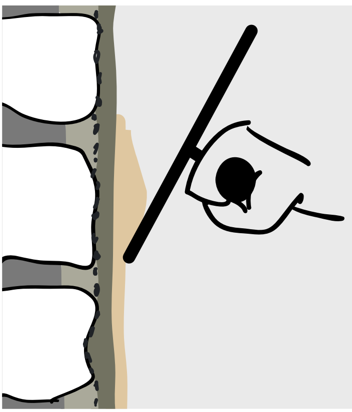
de la plâtoire, toujours de bas en haut et en commençant par la partie haute du mur à enduire. Puis écrasez le surplus de ces couches afin d'unifier l'ensemble. Si votre main est bonne, le mortier suivra les reliefs de la pierre.

Une fois la calcination superficielle de l'enduit commencée (soit le durcissement superficiel de l'enduit), prenez une éponge grossière humidifiée et propre pour débarrasser l'enduit des fines de sable non conglomérées à l'enduit. Il est important de rincer l'éponge régulièrement

Pour parfaire la finition utilisez une éponge plus fine (du type de celles pour laver les voitures) et répéter votre geste décrit ci-dessus.

Il faudra aussi asperger l'enduit une fois sec, d'un imperméabilisant qui protégera votre enduit et lui conférera une tenue résistante au temps. L'opération devra être faite tous les 5 ans environ. Sinon badigeonnez avec un lait de chaux (voir badigeon).

Consommation moyenne de chaux 1 sac pour 6 m^2.



Étalez le mortier à l'aide de la platoire, toujours de bas en haut et en commençant par la partie haute du mur à enduire.



Façade enduite au sable de Paulx et NHL 2.



5.3.1.2 Taloché plastique ou bois :

À la différence de l'utilisation de la finition rustique où le mortier est écrasé suivant le relief des pierres, la finition à la taloche donne un aspect uniforme à votre mur puisque le mortier est tiré puis lissé, ce qui signifie que le mortier, après avoir été étalé, sera écrasé par les gestes du talochage.

5.3.1.3 Taloché Plastique

Vous aurez besoin d'une truelle ou d'un pot de projection relié à un compresseur d'air, d'une règle de 90 cm et d'une taloche.

Utilisez une NHL 2, cette chaux est celle que je considère comme la meilleure pour les finitions (blancheur et qualités mécaniques). Lorsque vous utilisez une taloche en plastique, les ratios sont de 3,5 volumes de sable pour 1 volume de chaux.

Étalez d'abord le mortier avec une plâtoire, une truelle ou bien le pot de projection. Prenez soin de mettre des gants. Utilisez des gants pour faire la vaisselle, ils vous permettront d'être protégé des brûlures et d'avoir une sensation proche de la main nue.

Une fois le mortier contre le mur prenez la règle de 90 cm ou 3 pieds entre vos mains. Le maniement de la règle est très important car si vous ne voulez pas d'un mur trop droit une petite règle vous permettra de sculpter la Chaux.

Ayant à reprendre un enduit dans la cathédrale de Kilfenora (Irlande) où le dégrossi avait été tiré à la règle de 2 m sur une partie seulement du mur. L'autre partie plus basse avait été conservée, donc sa forme arrondie due au travail du temps. Il fallut donc recréer cette particularité sur la partie haute, qui avait été tirée parfaitement plane en sculptant le mortier à l'aide de cette règle de 90 cm.

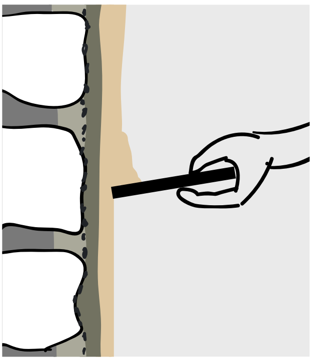
Attendez comme toute finition que le mortier ait commencé sa prise avant de le talocher. Il faut faire toute la façade en une fois, cela évite le joint de reprise.

Écrasez l'enduit avec la taloche en faisant des cercles et en remontant toujours l'enduit. La particularité de la taloche en plastique est d'avoir des alvéoles qui aspirent la laitance du mortier, asséchant ainsi l'enduit du mur et resserrant les grains de sables les uns aux autres.

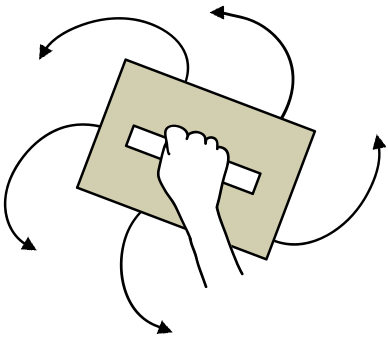
Vous brosserez ensuite les grains de fine de sable, qui formeront une pellicule avec une brosse en nylon très souple, afin de ne pas griffer l'enduit.

Cette technique, qualifiée de très « France », est la plus économique pour ce qui est de la chaux.

Consommation moyenne de chaux 1 sac pour 10 m^2.



Tirage de la règle du bas vers le haut.



Talochage dans un geste circulaire en poussant vers le haut.

Il faudra utiliser une chaux NHL 2 en climat tempéré, une NHL 3.5 en climat humide et une NHL 5 en climat très corrosif ou très froid.

5.3.1.4 Taloché bois ou taloche plastique sans alvéoles :

Il est possible d'utiliser une taloche en bois ou bien une taloche en plastique usée, car celle-ci vu son usure, elle n'aura plus ses capacité d'aspiration, mais le touché de cette dite taloche garde un touché très tendre. Dans ce cas, vous utiliserez un mortier dosé à 3 volumes de sable pour 1 volume de chaux. La taloche en bois étant sans aspérités, la laitance du mortier, ne sera pas aspiré. Cette méthode est donc plus harassante. Cependant le coup d'outil sera apparent, ce qui donnera un bel aspect à votre mur. Vous brosserez les fines non prises dans l'enduit, à l'aide d'une brosse souple. Il sera intéressant de travailler une finition taloché bois en 3 S/1C pour préparer une finition tadelakt

Consommation moyenne de chaux 1 sac pour 9 m^2.

5.3.1.5 Finition Grattée :

Cette finition, depuis les années 1990, a connu une forte recrudescence. N'ayant pas une surface lisse, cet enduit n'est pas auto lavant. Ce qui provoque prolifération de champignons et de micro-organismes sur les façades, ce sont ces fameuses traces noires que les maisons, nous montrent, comme une façon de nous dire que nous essayons d'aller trop vite. Les araignées y font aussi leurs nids, ce qui provoque, des tâches noires de la taille, de balles de tennis.

Cette finition est maintenant refusée par les Monuments Historiques, est à déconseiller dans tout pays à forte hygrométrie, puisque la couche de calcination est grattée, donc l'enduit va « fariner », et il est quasiment impossible de le nettoyer.

Évitez au maximum d'utiliser cette finition, sa facilité de mise en place est un piège car sa tenue dans le temps est très limitée.

Les ratios sont de 3 volumes de sable pour 1 volume de chaux NHL 2.

Étalez le mortier et talochez avec une taloche en bois. Puis le lendemain grattez la couche de calcination à l'aide d'une taloche spéciale,

vendue chez tous les marchands d'outillage. Ne grattez pas trop, enlevez juste la couche superficielle, cette même couche qui a pour but de protéger l'enduit, elle est appelée couche de calcination.

Vous pouvez aussi gratter avec le côté de la truelle mais cette technique demande un bon coup de main



Apparition de micro-organismes sur une finition grattée.

5.3.1.6 Finition façon rejointoiement :

Cette opération, la plus simple qui soit, consiste à remplir les joints entre les pierres préalablement curées. La technique idéale étant de projeter le mortier afin de bien remplir le joint.

Vous aurez besoin, d'une truelle type langue de chat, d'une brosse à chien dent et d'une éponge.

Utilisez un mortier à base 2.5 volumes de sable pour 1 volume de chaux. Pour toute coloration reportez-vous au chapitre sur l'enduit à l'Andalouse.

Vous pouvez si vous le désirez vous servir d'un pot de projection mais prenez soin d'utiliser la plaque avec un trou ouvert seulement. Condamnez les deux autres buses de projection d'air en utilisant des buses aveugles.

Quand votre pot de projection est prêt, diminuez la compression de l'air, afin que le mortier ne remplisse que le joint, sans éclabousser toute la pierre. Vous pouvez contrôler la pression en utilisant le robinet de vanne situé juste à l'endroit où sont fixés les tuyaux.

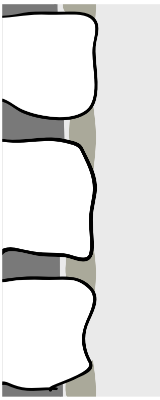
Lorsque la calcination commence, brossez le surplus de mortier avec la brosse à chien dent pour faire apparaître les pierres.

Puis lavez les joints avec l'éponge, afin d'unifier le grain de finition et de recréer une couche de calcination qui protégera le mortier jusqu'à son durcissement complet.

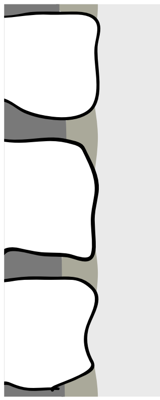
Finissez de nettoyer les pierres avec un mélange d'acide chlorhydrique et d'eau (30 %/70%). Faites attention à ne pas mettre d'acide sur les joints.

Consommation moyenne de chaux 1 sac pour 30 m linéaires.

Finition rejointoiement



Mauvais rejointoiement dû à la présence de vide entre le nouveau joint et la maçonnerie.



Rejointoiement correct il n'y a pas de vide entre le nouveau joint et la maçonnerie.

5.3.1.7 Finition Pierre Vue :

On m'a demandé de faire des enduits dits « Pierre Vue », mais cet enduit ne tient pas sur la durée puisqu'il est déjà vieilli : comme les Jeans usés, qui sont vendus déjà usés par le fabriquant dureront moins longtemps que des pantalons neufs.

Un artisan doit donc pratiquer cette finition, du moins en extérieur sur un mur d'habitation avec beaucoup de précaution. À moins de se décharger de la responsabilité en commun accord avec le propriétaire ou l'architecte, afin d'éviter toute retombée ultérieure, en cas de mauvais vieillissement de cet enduit.

Étalez, sur le mur une couche de mortier, de la chaux que vous aurez préalablement sélectionnée, une NHL 2 conviendrai tout à fait. Le mortier mis en place devra être étalé selon la méthode rustique, (voir chapitre) correspondant, puis venez gratter l'enduit à Fresco, à l'aide d'une truelle, ou d'une petite taloche à gratter. Lorsque le surplus d'enduit est enlevé selon l'aspect des pierres recherchées, unifiez l'ensemble à l'éponge, afin de recréer une couche de calcination et d'unifier l'ensemble de l'enduit. Pour le nettoyage utilisez un mélange de 30 % d'acide chlorhydrique et 70 % d'eau, venez ensuite frotter les pierres délicatement en faisant attention de ne pas toucher l'enduit avec le présent mélange, afin de ne pas le tacher. Prenez soin d'utiliser des gants pour le nettoyage des pierres ainsi que pour la mise en place de l'enduit.

Mais vous pouvez utiliser cette méthode à l'intérieur, ce qui sera du plus bel effet. Il est toutefois possible d'utiliser la méthode du rejointoiement, mais faites ressortir seulement les plus grosses pierres en enlevant l'enduit à la truelle. Comme la méthode andalouse, passez la première éponge pour unifier l'ensemble, puis passez la deuxième éponge afin de faire ressortir les pierres où l'enduit a été retiré.

Consommation moyenne de chaux 1 sac pour 6,5 m^2.





5.3.2 Finitions fines

Afin d'embellir votre façade vous pouvez parfaire les finitions brutes avec une fine couche de chaux.

5.3.2.1 Les badigeons ou laits de chaux :

Cette technique connue depuis l'antiquité, est effectuée avec 2 volumes de chaux pour 10 volumes d'eau.

Il s'agit de mettre en place un mélange très liquide au départ pour étaler le lait de chaux au pinceau. Utilisez une brosse en poil et non un rouleau.

Ajoutez une petite bouteille de colle à bois au mélange, sa base de vinyle allongera la durée de vie de votre badigeon. Mettez environ 125 ml de colle pour 10 litres de badigeon.

Ajoutez des pigments, mais dans ce cas faites préalablement des essais.

Le badigeon peut être effectué sur toute finition sauf celles dites grattée et pierre vue (pour ne pas tâcher les pierres et le gratté car le badigeon n'adhère pas sur cette finition). À la différence avec l'enduit le badigeon s'applique comme la peinture, on n'y ajoute aucun agglomérat. Il faut, à mon avis, 5 à 6 couches pour un bon badigeon, les deux premières avec un ratio de 2 volumes de chaux pour 10 volumes d'eau, puis à partir de la troisième passe les couches devront être de 3 volumes de chaux pour 10 volumes d'eau.

Le badigeon ne nécessitera qu'une nouvelle couche tous les 2 ans s'il est situé dehors, tandis qu'à l'intérieur, il pourra tenir environ 10 ans si aucun problème ne survient.

5.3.2.2 Le Sablon :

Sable très fin, de couleur claire, il est soit d'origine mécanique, soit les restes après tamisage, il est aussi appelé « fine » ; dont le diamètre ne dépasse pas 0,2 mm ce qui permet plusieurs finitions :

5.3.2.3 La finition au sol :

Après avoir posé votre carrelage, utilisez un mortier dosé à 2 volumes de sablon pour 1 volume de chaux Le taux d'hydraulicité dépend de la dureté du matériau posé, on choisit donc généralement une NHL 5. Cette chaux aura une tenue plus longue, si vous y ajoutez un hydrofuge de masse, il en existe maintenant des naturels qui sont très performants. Etalez le mortier liquide entre les carreaux posés, unifiez le mortier, ensuite retirez le trop plein avec une râpe en caoutchouc, les même qui servent en général à nettoyer le sol. Unifiez l'ensemble avec le jeu des 2 éponges, nettoyez les carreaux avec un mélange de 30 % d'acide chlorhydrique et 70 % d'eau, ensuite frottez les carreaux délicatement en faisant attention de ne pas toucher le joint avec le présent mélange, pour ne pas le tacher. Prenez soin d'utiliser des gants pour le nettoyage. Attention tout de même, prenez le soin de vérifier que votre carrelage, supportera un nettoyage à l'acide.

5.3.2.4 La finition au mur :

Cette finition très blanche et très fine, sera exécutée avec une NHL 2, elle est aussi assez fragile mais permet sur un enduit taloché, une finition irréprochable. Faites une pâte avec un ratio de 1,5 volume de sablon pour 1 volume de sable. Lorsque l'enduit n'est pas totalement sec, étalez soigneusement à l'aide d'une Fresco de façon à bien encoller les 2 couches l'une sur l'autre. Pour ce qui est du support, un enduit dosé à 3/1, soit 3 volumes de sable pour 1 volume de Chaux NHL 3.5, sera du meilleur effet afin de venir sous cette finition très fine.

6 - LA MAÇONNERIE ou limousinage

Pierre Tendre **Béton cellulaire**	**NHL 2** ***2,5S/1C ± 3 S/1C***
Pierre Ferme	**NHL 3.5** ***3 S/1C***
Pierre Froide	**NHL 5** ***3 S/1C***
Brique neuve	**NHL 5 Z** ***3 S/1C***

S volume de Sable et ***C*** volume de Chaux.

6.1 Maçonnerie de murs :

6.1.1 Maçonnerie de pierre tendre :

Utilisez ici un mortier dosé de 2,5 voire 3 volumes selon le sable pour 1 volume de Chaux NHL 2.

Posez la pierre sur le lit de mortier, jointoyez l'extérieur en même temps, afin d'unifier l'e joint et le mortier de pose.

6.1.2 Maçonnerie de pierres ferme :

J'utilise un mortier composé de 3 volumes de sable pour 1 volume de chaux NHL 3.5.

À la différence du ciment, la chaux est un élément de calage : les pierres ne sont pas collées mais écrasées les unes sur les autres par leur propre poids, le mur peut donc respirer grâce au mortier de chaux.

Le joint doit être serré, ce qui en plus des vertus mécaniques, donne un charme ancien à votre mur. Il en a toujours été ainsi de la maçonnerie dite de limousinage. Issus des plâtriers, les Maçons, se sont fait appeler Limousin, car au XIX, lorsque Haussmann, préfet de la Seine, dirigea les travaux qui transformèrent Paris, il se dota de toutes les mains qu'il put. Les Haute Marche, partie du Limousin, dont le sol est pauvre et le climat rude, fournirent une main-d'œuvre qui séjournait à Paris, 8 mois par ans. De leur technique d'assemblage est né le mot limousinage. Cette technique consiste à croiser les pierres afin de croiser les efforts de descente de charge. J'ai aussi rencontré cette technique en Irlande en 1997, par le biais de Pat Mac Afee, qui me forma pendant 1 an à la maçonnerie de pierre sèche. Technique qui consiste à créer des murs sans mortier. L'Irlande étant constituée de plusieurs milliers de kilomètres de murs de pierres sèches, j'eus l'immense honneur d'être formé par l'une des personnes les plus compétentes dans ce domaine. Pat Mac Afee, est aussi la personne qui me permit de former les gens à restaurer des cathédrales en Irlande car si notre domaine de compétence commune est la maçonnerie, Pat est avant tout tailleurs de pierre et pour ma part les enduits sont plus ma spécialité.

6.1.3 Maçonnerie de pierres froides ou très dures :

Utilisez un mortier composé de 3 volumes de sable pour 1 volume de chaux NHL 5.

6.1.4 Maçonnerie de Brique neuve :

Utilisez pour des raisons mécaniques, une NHL 5 Z, n'oublions pas qu'une maison a besoin d'égards et surtout des gens vivront sous ce toit, donc il ne s'agit pas de faire n'importe quoi. Les ratios seront de 3 S pour 2/3 de chaux et 1/3 de ciment C, en ce qui concerne la mise en place, tout dépend de la brique utilisée. La méthode de maçonnerie dépend surtout du matériau à mettre en place, donc si vous voulez mettre en place des briques, de 5,5 cm*11,00 cm*22,00 cm, il vous faudra généralement doubler la brique de façon à créer une assise qui fasse au minimum 22,00 cm. Il existe des briques, appelées « monomur », ces briques, comme leur nom l'indique, n'ont pas besoin d'être doublées et sont suffisamment épaisses pour ne pas être isolées.

6.1.5 Technique de changement de pierre dite changement par tiroir :

Cette technique fonctionne généralement pour les pierres tendres. Après avoir pris soin, avec précaution, de retirer la pierre à changer, faites glisser la nouvelle pierre sur le lit de mortier, jointez l'extérieur des pierres jusqu'en haut fermez le joint à l'extérieur de la pierre jusqu'à 2,5 cm du haut en laissant le reste vide derrière votre joint. Injectez un mortier très liquide dans cet espace à l'aide d'un tuyau. Ce dit mortier aussi appelé coulis car très liquide, sera composé de 1.5 volume de sable pour 1 volume de chaux NHL 2 et devra remplir jusqu'en haut le vide d'air laissé entre les pierres. Le but de ce coulis est de ne laisser aucun espace vide entre les pierres de parements et le mur de soutien.

6.2 Maçonnerie de sol :

6.2.1 Le Béton de Chaux :

Utilisé à l'époque de Jules César dans la construction des viaducs et autres ouvrages, il a longtemps été oublié, surtout depuis l'arrivée du ciment.

Le béton de chaux a la qualité de laisser respirer les matériaux situés en dessous ou en dessus si celui-ci n'est pas trop épais (environ 10 cm).

La dalle en béton de chaux est utilisée pour la mise en place de tomettes en terre cuite par exemple. Les proportions sont de 2 volumes de grave, 1,5 volume de sable et 1,5 volume de chaux NHL 5 ou NHL 5 Z. Vous aurez besoin, d'un niveau, d'une règle de 2 mètres de long et d'une truelle.

Déterminez un point, qui sera, pour toute la mise en place, votre point de référence. De ce point qui sera fait avec du mortier, sur lequel vous aurez mis un morceau de carrelage, afin d'obtenir avec un niveau un point fixe stable pour la règle. Reportez avec la règle sur laquelle vous aurez préalablement scotché un niveau de maçon, afin d'obtenir un niveau de 2 mètres de long. Une fois le premier point mis en place, mettez en place les 3 autres points, afin qu'une fois reliés 2 à 2 vous puissiez créer des chemins, qui seront les guides dans le tirage du béton. Répétez cette technique autant de fois qu'il vous paraîtra indispensable, la planéité de votre plancher en dépend.

Consommation moyenne de chaux 12 sacs pour 1 m^3.

6.2.2 Chape :

Tableau de ratio pour chape

Pierre tendre **Carrelage fin**	**NHL 2** ***3 secondes/1C***
Pierre ferme **Tomette terre cuite**	**NHL 3.5** ***3 secondes/1C***
Pierre Dures **Grès céramiques** **Marbre**	**NHL 5** ***3 secondes/1C***

S volume de Sable et ***C*** volume de Chaux.

Couche de régulation permettant la pose de revêtement, tomette ou de produit de votre choix. Elle se compose de 3 volumes de sable pour 1 volume de chaux NHL 5. Faites attention à ne pas mettre trop d'eau, cela la fragiliserait. Préparez des guides avec votre mortier de chape, tirez avec la règle carrée par carré (d'une longueur de bras) en reculant et talochez.

Puis saupoudrez de Chaux pure et encollez le revêtement, car le saupoudrage doit être fait pendant que le mortier est encore frais, c'est une pose à « Fresco »

Consommation moyenne de chaux 9 sacs pour 1 m^3.

7 - ENDUITS SUR MAÇONNERIE DE TERRE DITE PISÉ OU TORCHIS

7.1 Le Pisé :

Technique rudimentaire composée de terre argileuse moulée pendant la construction à l'aide de branchages.

7.2 Le Torchis :

Cette technique rudimentaire utilise de la terre grasse, armée de paille. Cet enduit posé sur la construction en terre sera le manteau qui la protégera des phénomènes naturels.

En Basse Bretagne le pisé est encore présent, cette région étant à forte hygrométrie, il faut protéger, ces murs des pluies.

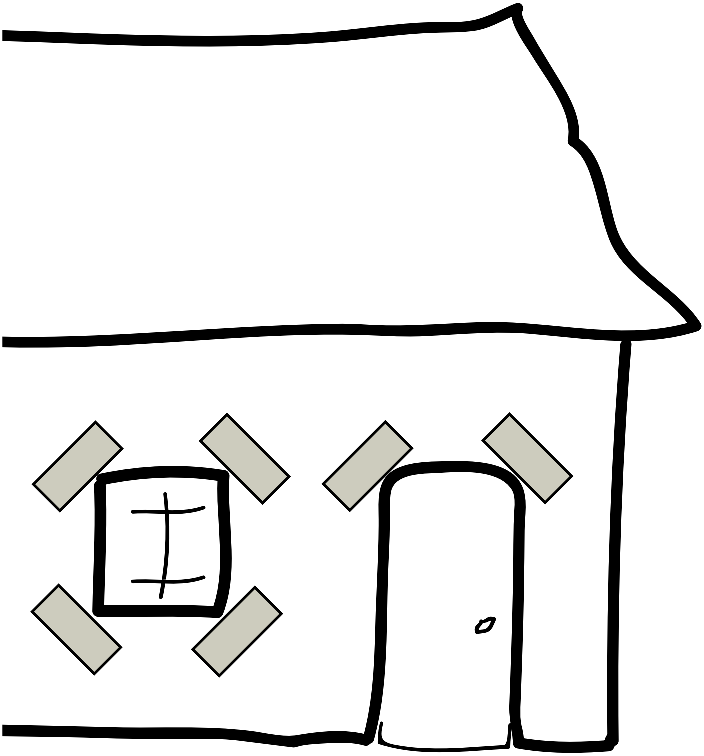
Le Pisé ou Torchis, ayant un grand besoin de respiration je vous préconise alors un enduit dressé au chant de truelle, à la façon Andalouse, mis en place sans refourmis, mais avec un Gobetis composé de 1,5 volume de sable pour 1 volume de Chaux NHL 3.5. Mais avant de mettre en place votre Gobetis afin de stabiliser la croûte de terre, appliquez un Badigeon dilué à 30 % de Chaux NHL 3.5

La couche de finition devra être composée de 3 volumes de sable pour 1 volume de chaux NHL 2, étalée aussi au champ de truelle, (voir technique dite Andalouse).

Il faut aussi préalablement brosser et mettre dans l'enduit en biais à 45 ° des trames de toile de verre afin de blinder l'enduit aux angles, les parties la plus fragile de ce genre de maçonnerie.

Ce choix de Chaux permet une bonne respiration du mur en terre, ainsi qu'une bonne protection contre les intempéries.

Il est aussi possible d'utiliser la Technique de la taloche en bois. Pour cela referez-vous au chapitre sur la Finition Talochée.



Trames de toile de verre posées à 45° aux entourages des ouvertures.

7.3 Le double parement de Chaux

Ce système de maçonnerie est dû au fait qu'à l'époque des constructions dites classique en en milieu rural au XVIIIe siècle, la chaux et les facilités de transport n'étaient pas les même. Il faut vous souvenir qu'aucun camion n'existait à cette époque. Donc la chaux était plus chère et plus rare. Ce qui entraînait une modification des techniques de construction. Dans ce cas, la maison était construite avec de la pierre et de la terre, pour être enduite à la Chaux.

Le problème avec ce genre de construction, est que le piquage peut entraîner des désordres, car on se retrouve avec une pierre de pays, hourdée à la terre.

La méthode Rustique, est à utiliser dans ce cas, avec beaucoup de précautions, le piquage en premier doit être léger, car la maçonnerie est très fragile, de plus lorsque vous mouillerez le mur la veille, faites très attention, car l'eau du jet, va, en ruisselant entre les pierres, enlever de la terre de maçonnerie. Ce qui peut être cause de désordre, de tassements qui peuvent entraîner des fissures.

Donc ne mouillez pas trop, faites avant d'enduire un rejointoiement à base de NHL 2 à raison de 2,5 volumes de sable pour 1 volume de chaux. Laissez reposer 5 jours puis recouvrez l'ensemble de la construction d'un enduit type rustique ou autre selon votre choix.

8 - LA CHAUX ET LE BOIS

8.1 - Poil d'animal :

C'est un enduit à utiliser principalement dans le cas du lattage de châtaignier, fabrication de cloisons en bardeau de châtaignier.

Recouvrez la cloison d'un enduit composé de 2.5 volumes de sable pour 1 volume de chaux NHL 3.5

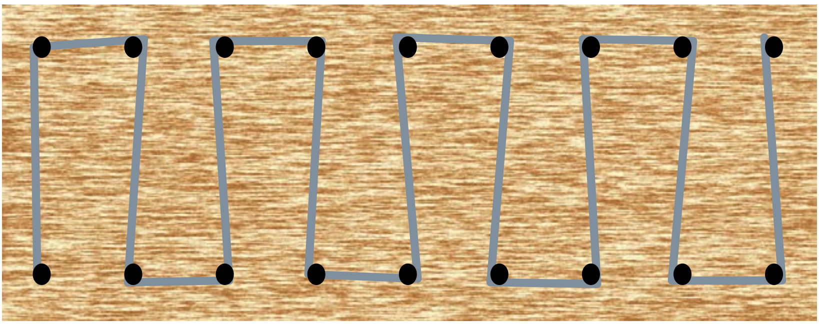
Ajoutez au mortier 1 kg de poil d'animal pour un sceau de 10 litres de chaux, le poil est une armature qui permet à l'enduit de tenir entre les lattes. Il s'agit simplement d'un dégrossi. Faites la finition que vous désirez

Cette méthode est parfaitement adaptée aux plafonds à latte qui existent dans les vielles demeures.

8.2 l'enduit sur pièce de bois :

Utilisez un fil de fer inoxydable, entrelacé entre des pointes également inoxydables aussi de petit diamètre. Faites un serpentin sur la pièce de bois. Cette armature donne à l'enduit une prise sur la surface de la pièce de bois à recouvrir.

Composez votre mortier de 2 volumes de sable pour 1 volume de chaux NHL 2. Faites la finition de votre choix.



Trame de fil de fer inoxydable.

9 - LA CHAUX ET LE PLÂTRE :

Aux yeux des puristes, je prends des risques avec ce chapitre, mais, c'est une question qui revient souvent, donc Oui, il est possible de poser un enduit à la Chaux sur du plâtre ou panneau de plâtre, en intérieur, pour cela il vous faudra :

- Du pare vapeur bitumineux
- grille en inox pour reprise d'enduit

En premier lieu assurez-vous que le support est propre et suffisamment rigide pour soutenir l'ensemble de l'enduit,

Agrafez en premier le pare vapeur en créant des bandes de recouvrement d'un minimum de 5 cm, sur l'ensemble de l'enduit puis mettez en place la grille d'inox, sur toute la surface à couvrir.

La Finition effectuée sera de votre choix.

Conclusion

Le problème que l'on peut rencontrer au séchage : des fissures peuvent apparaître dans l'enduit, elles ne sont pas dues forcément à une malveillance, mais au cours du séchage qui est aussi important que la mise en place, le dit enduit se doit d'être arrosé, si le temps est au-dessus de 25° C et si cet enduit est fait en intérieur, faites attention à éteindre les radiateurs pendant le séchage.

Remerciements

Si j'ai pu écrire ce traité, c'est grâce à mon père Plâtrier Maçon Maître Ouvrier qui m'a transmis son Art et jamais je n'aurai assez de reconnaissance pour ce don. Mais c'est aussi grâce à des personnes qui m'ont donné le goût de bien faire, à qui je dédis cette Œuvre, car dans leurs sillages ils m'ont appris que mon métier, était un art in situ et non un simple métier, car tous les autres corps d'état s'appuient sur le mien

Olivier Labesse labesseolivier@yahoo.fr. Je tiens à remercier, M. Fabrice Coudert fcoudert@gmx.net, de m'avoir initié à LINUX, ainsi que les logiciels gratuits « open office » et « gimp ».

Je tiens à remercier toutes les personnes, qui m'ont aidé, supporté, dans tous les sens du terme, tout spécialement, les correcteurs qui m'ont guidé, pour que ce traité puisse voire le jour, notamment : Juju du Terrain Neutre Théâtre et toute l'équipe, tous les restaurateurs de la rue Jean Jaures à Nantes, comme le Mooltypass le Coin des crêpes, Benoît, l'Auvergnat du café le Théâtre à Nantes pour sa patience et ses bons repas, ainsi sans oublier Mero-Sati, la boutique 4 rue Jean Jaures, ainsi que le patron Fab, Fred pour ses Tadelakt, car je ne connaissais que de nom cette finition, et lui m'a permis de la mettre en place, le GooBar, avec Goobi, une vieille connaissance, M. Marc Alibert Architecte du patrimoine, ainsi que d'autre dont les noms sont pensés mais pas écrits.

Un Précis écrit et réalisé par :
Olivier Labesse, maçon limousin.
Photos : Olivier Labesse.
Illustrations et mise en page : Rui Manuel Mascate, rmpm.net.

Nantes 2005

LES ENDUITS DE FAÇADES

1 Introduction

Les enduits de façade comptent 2 grandes familles d'enduits :
- les enduits à base de liants hydrauliques
  - multicouches (ce sont les enduits traditionnels)
  - monocouches (les plus utilisés aujourd'hui)
- les enduits de parement organiques :
  - les revêtement plastiques épais (RPE)
  - les revêtements Semi-épais (RSE)

2 Normes

DTU 26-1 Travaux d'enduits de mortiers
DTU 42.1 Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères
DTU 59.1 Travaux de peinture des bâtiments
DTU 59.2 Revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques
NF EN 15824 Sept. 2009 Spécifications pour enduits de maçonnerie organiques extérieurs et intérieurs
NF 998-1 Dec. 2010 Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie
NF EN 13914-1 Nov. 2006 Conception, préparation et mise en œuvre des enduits extérieurs et intérieurs

3 Définitions et fonctions :

Un **enduit** est une couche de **mortier** composé d'un mélange d'un ou plusieurs liants minéraux, de granulats, d'eau et parfois d'adjuvants.
Il a deux fonctions :
- imperméabiliser les parois extérieures.
- Embellir la façade. Les couleurs obtenues sont très variées. Elles dépendent des granulats employés mais aussi des pigments que l'on peut y ajouter.

Un bon enduit doit être
- perméable à la vapeur d'eau pour laisser respirer le mur
- insensible aux variations de température pour ne pas fissurer
- souple par rapport au support pour absorber les déformations
- durs pour absorber les chocs



4 Les enduits à base de liants hydrauliques (DTU 26.1)

Les règles professionnelles pour l'application des enduits minéraux d'imperméabilisation des maçonneries ont été actualisées et sont désormais applicables à tous les travaux d'enduisage pour l'imperméabilisation des murs et façades en maçonnerie dont celles de l'enduit monocouche.



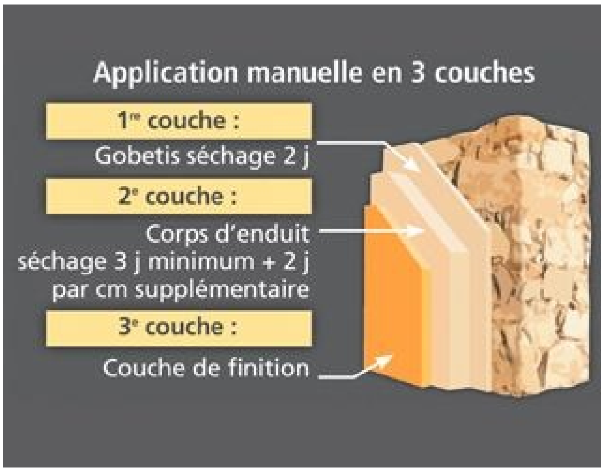
Développée il y a plus de 30 ans, la technique d'enduisage monocouche est aujourd'hui la plus utilisée

Parmi les différentes familles de mortier d'enduits, on distingue :

4.1 les enduits multicouches

appliqués en plusieurs couches en respectant des délais de séchage minimaux de plusieurs jours entre chaque couche

Mortier courant (GP pour General Purpose)	Mortier d'enduit qui n'a pas de propriétés spécifiques et qui peut être conçu comme mortier de recette (selon des dosages particuliers) ou mortier performanciel (prédosé ou prémélangé par le fabricant). Il correspond pratiquement au mortier (de sous-enduit) destiné à la réalisation du corps d'enduit
Mortier allégé (LW pour Lightweight)	Mortier d'enduit performanciel dont la masse volumique durcie à l'état sec est inférieure à 1 300 kg/m^3.
Mortier d'enduit de parement (CR pour Coloured Rendering)	Mortier d'enduit performanciel spécialement coloré, utilisé pour la couche de finition décorative.



4.2 les enduits monocouches (*OC pour One Coat*)

Mortier performanciel appliqué en une seule couche (mais en une ou deux passes avec le même mortier), qui remplit les même fonctions qu'un système d'enduit multicouches extérieur et qui est coloré. Les mortiers d'enduit monocouche sont fabriqués avec des granulats courants lourds et/ou légers.

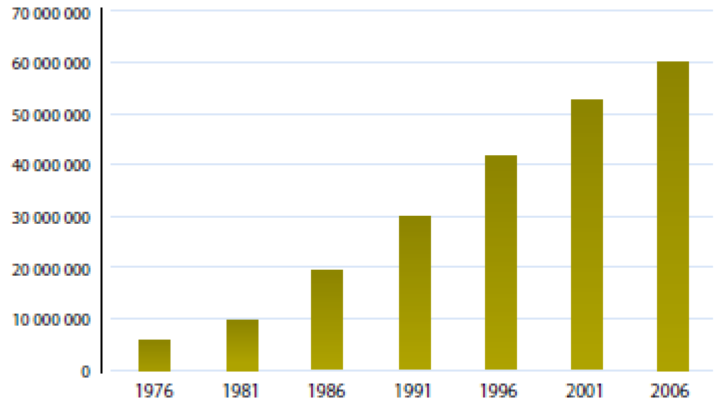


4.3 Les enduits spéciaux

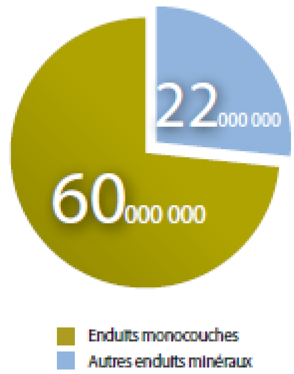
utilisé pour des application particulières :

Mortier d'enduit d'assainissement (R pour Renovation)	Mortier performanciel utilisé pour la réalisation d'enduits sur maçonneries humides contenant des sels solubles à l'eau. Il présente une porosité et perméabilité à la vapeur d'eau élevées et une absorption d'eau par capillarité réduite.
Mortier de réparation (FP)	Mortier performanciel destiné à la réparation, profilage du béton. Il peut être structurel (participer à la résistance de la paroi) ou non. Il est défini par la norme NF EN 1504-3. *(non détaillé dans ce cours)*

Surfaces enduites en monocouches
(en m² / an)



Surfaces enduites mono/multi couches en travaux neufs
(en m² / an)



5 Les caractéristiques des mortiers

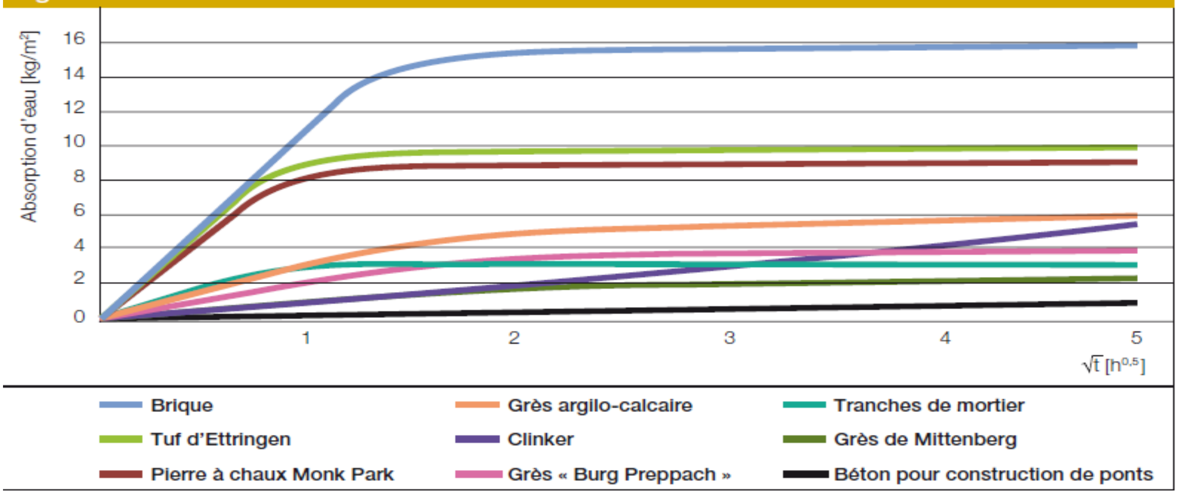
Auparavant, les mortiers d'enduit étaient uniquement définis par leurs recettes (dosage des liants et sables), préparés sur le chantier ou dosés et pré-mélangés en usine. Aujourd'hui, ils sont normalisés (NF EN 998-1) et définis par leurs types selon leurs emplois et les caractéristiques de l'enduit durci.

Propriété	**Norme d'essais**	**Catégorie**	**Caractéristique**
Résistance en compression	NF EN 1015-11	CS I	0,4 à 2,5 N/mm^2
		CS II	1,5 à 5,0 N/mm^2
		CS III	3,5 à 7,5 N/mm^2
		CS IV	≥ 6 N/mm^2
Adhérence	NF EN 1015-12	-	
Absorption d'eau par capillarité	NF EN 1015-18	W0	Non spécifiée
		W1	$C \leq 0{,}40\ kg/m^2.min^{0,5}$
		W2	$C \leq 0{,}20\ kg/m^2.min^{0,5}$

Absorption capillaire
Des quantités d'eau considérables peuvent s'infiltrer en très peu de temps dans le matériau de construction par absorption capillaire. L'ampleur du phénomène dépend principalement du rayon capillaire des pores du matériau.

Dans la plupart des cas, l'absorption d'eau par capillarité des matériaux de construction minéraux suit la loi de la « racine carrée du temps ». Si l'on trace la courbe d'absorption d'eau W par rapport à la racine carrée du temps t, on obtient une droite, tout au moins dans la première phase du processus d'absorption.
L'inclinaison de cette droite est appelée coefficient d'absorption d'eau w ou tout simplement « valeur w ».

Fig. 1



Les valeurs w vont de 0,15 $kg/m^2/h^{0,5}$, pour le béton de densité très élevée destiné à la construction de ponts, à 11,5 $kg/m^2/h^{0,5}$ pour la brique absorbante.

Les maçonneries sont classées en 3 catégories selon leur résistance à l'arrachement de la surface des éléments de maçonneries à enduire

- Rt 3 Éléments de résistance à l’arrachement élevée : (Béton, Blocs béton, briques)
- Rt 2 Éléments de résistance à l’arrachement moyenne : (Briques (en particulier à joints minces), blocs béton de granulats légers)
- Rt 1 Éléments de résistance à l’arrachement réduite : (Blocs de béton cellulaire autoclavé)

Cette classe de résistance (Rt) de la surface de l’élément de maçonnerie normalisé est déclarée par le fabricant d’éléments.

Caractéristique complémentaire :
La rétention d’eau (Re) caractérise l’aptitude du mortier frais, à conserver son eau de gâchage pour permettre l’hydratation des liants hydrauliques et obtenir une bonne adhérence et cohésion finale de l’enduit.
L’emploi d’un mortier d’enduit monocouche rétenteur d’eau est recommandé sur les supports de maçonnerie poreux, absorbants, par temps chaud ou vent sec.

Faible	Re < 86 %
Moyenne	86 % ≤ Re ≤ 94 %
Forte	Re > 94 %

6 Critères de choix des enduits

Le choix d'un type d'enduit dépend :

- de la nature du support ;
- de la situation de la paroi dans l'ouvrage ;
- de la nature des éventuels revêtements sus-jacents ;
- des conditions atmosphériques lors de la mise en œuvre.
-

6.1 Nature du support :

La résistance mécanique du support conditionne le choix de l'enduit.

On ne doit pas réaliser d'enduit dur sur un support de maçonnerie tendre ou fragile.

Support Rt1 **(béton cellulaire): enduit OC1 ou CS I ou II**





Support Rt2 (brique Monomur) : enduits OC1 ou OC2 ou CS I, II, III

Support Rt3 (parpaings): **enduit OC1, OC2, OC3 ou CS I à CS IV**



6.2 Situation de la paroi dans l'ouvrage

L'absorption d'eau par capillarité W et la résistance en compression CS d'un enduit performanciel dépendent de sa composition.

Façades

Les enduits de façade doivent avoir un coefficient d'absorption d'eau par capillarité réduit (classe W1). Une paroi particulièrement exposée à la pluie nécessite un enduit à coefficient d'absorption d'eau par capillarité encore plus faible (classe W2).

Sur les supports en maçonnerie poreux ou absorbants, il convient également d'appliquer de classe W2.

Sur les façades particulièrement exposées au choc, il convient d'employer des mortiers de résistance à la compression élevée (au moins CS IV).

Parois enterrées

Les enduits réalisés sur parois enterrées doivent avoir une forte résistance en compression (au moins CS III) et une faible capillarité (W2).

6.3 Teintes de l'enduit

Une teinte uniforme de l’enduit n'est généralement pas garantit.
Les enduits de couleurs foncés, du fait de leur plus grande absorption du rayonnement solaire, augmentent les contraintes et variations thermiques et favorisent le nuançage ou la perception visuelle d’efflorescences blanches.

Le coefficient d'absorption du rayonnement solaire de l’enduit fini **est limité à 0,7.**
La juxtaposition de teintes dont la différence de coefficient est supérieure à 0,2 est à proscrire.

Tableau 1 — Valeurs indicatives de coefficients d'absorption

blanc, beige	0,2 à 0,3	autorisé
ocre jaune ou rouge, jaune, orange, brun clair	0,3 à 0,5	
rouge, vert ou bleu clair, gris	0,5 à 0,7	
brun, vert ou bleu sombre	0,7 à 0,9	NON autorisé
bleu foncé, brun sombre, noir	0,9 à 1	

7 Composition et épaisseur des enduits

Le maçon doit livrer une maçonnerie à enduire de bonne qualité.
Il est de la responsabilité de l’enduiseur de vérifier l’état du support avant la réalisation de l’enduit.




L'état de finition est défini par 2 classes courante ou soignée

7.1 Enduits monocouches

Les épaisseurs à enduire sont fonction de ces finitions.

	Maçonnerie de petits éléments (1)		Bétons de granulats (2)	
Planéité	**Soignée** (1 cm / 2 m et 0,7 cm / 20 cm)	**Courante** (1,5 cm / 2 m et 1 cm / 20 cm)	**Soignée** (0,5 cm / 2 m et 0,2 cm / 20 cm)	**Courante** (0,7 cm / 2 m et 0,2 cm / 20 cm)
Épaisseur finale d'enduit	**12 à 15 mm**	**15 à 18 mm**	**7 à 10 mm**	**10 à 15 mm**
Épaisseur minimale (en tout point)	10 mm		5 mm	

MACONNERIE AVEC FINITION COURANTE



MACONNERIE AVEC FINITION SOIGNEE



L'épaisseur de l'enduit ne doit pas excéder 25 mm ponctuellement (sinon une couche de dressement doit être réalisée au préalable).
La **première passe** ne sera pas inférieure à 7 mm.
L'épaisseur de la **seconde passe** dépend de la finition réalisée mais devra permettre l'épaisseur requise de l'enduit fini.

7.2 Enduits multicouches

Les enduits multicouches sont composés d'un gobetis, d'un corps d'enduit et d'une finition,
Les dosages en liant doivent être dégressif de la première à la dernière couche.

Le Gobetis : Première couche de mortier appliquée par projection ou manuellement en couche mince préparatoire pour régulariser la porosité du support de maçonnerie et assurer l'accrochage de couches ultérieures d'enduit.

Le Corps d'enduit (sous-enduit) : Couche réalisée par l'application d'un mortier en une ou plusieurs passes.
NOTE La couche du corps d'enduit est réalisée avant la couche de finition. C'est pour cela que le mortier utilisé est aussi appelé «sous-enduit».

La Couche de finition : Dernière couche, décorative ou non, d'un système d'enduit multicouches.

7.2.1 Supports neufs en maçonnerie de résistance forte (Rt 3) ou moyenne (Rt 2) (Béton, Blocs béton, briques)

Les enduits peuvent être réalisés en 3 couches (en application manuelle) ou en 2 couches projetées (en application mécanique).

Enduits multicouches en application manuelle

• **Le gobetis** est appliqué sur le support, en épaisseur de 1 à 5 mm. Sa surface doit rester rugueuse de manière à permettre l'accrochage du corps d'enduit.

• **Le corps d'enduit** est appliqué avec un mortier de recette, après un délai de séchage de 2 à 7 jours minimum selon les conditions climatiques. L'application se fait en une ou deux passes, frais sur frais. L'épaisseur moyenne du corps d'enduit, gobetis compris, est de 15 à 20 mm.

• La couche de finition a un rôle décoratif mais assure également la protection du corps d'enduit. Son dosage doit rester inférieur à celui du corps d'enduit sur lequel elle est appliquée. Pour un mortier ordinaire, la couche de finition a une épaisseur de 5 à 8 mm

Enduits multicouches en application mécanique

• **Le corps d'enduit** est réalisé sur un gobetis réhumidifié mais non ruisselant. L'application se fait en une ou deux passes, frais sur frais. L'épaisseur du corps d'enduit est de 12 à 15 mm.

• **La finition** est réalisée après un délai d'attente minimum de 7 jours. Le dosage en liant, déterminé en kg/m^3 de sable sec, doit être plus faible que celui du corps d'enduit.

Exemple de dosage pour un mortier de ciment CEM II 42,5 sur maçonnerie en Bloc béton

	Application manuelle	Application mécanique	Dosage en kg pour 1 m^3 de sable sec
gobetis	1 à 5 mm	1 à 5 mm	500 à 600
Corps d'enduit	15 à 20 mm (y cis gobetis)	12 à 15 mm	350 à 450
Couche de finition	5 à 8 mm	5 à 8 mm	250 à 350
Épaisseur totale	20 à 25 mm	20 à 25 mm	

7.2.2 Supports neufs de résistance faible (Rt 1) : blocs en béton cellulaire

L'épaisseur totale de l'enduit (gobetis, corps d'enduit et finition) ne doit pas dépasser 25 mm :

- le corps d'enduit a une épaisseur de 12 à 15 mm;
- la couche de finition a une épaisseur de 5 à 8 mm (sauf l'enduit tyrolien : 3 à 7 mm).

REMARQUE : La finition peut également être réalisée à partir d'un enduit organique. Elle est alors appliquée sur un corps d'enduit taloché fin.

8 Mise en œuvre des enduits

8.1 Préparation des supports

Les maçonneries doivent être terminées depuis au minimum un mois.

8.2 Brossage et bouchardage



Pour obtenir un bon accrochage, les supports doivent être :

- propres, sans traces de suie, de salpêtre, de plâtre, de poussières ou de produits de décoffrage ;
- brossés, piqués et bouchardés si les surfaces sont lisses. Les produits d'accrochage éventuellement utilisés doivent être adaptés. Ils ne dispensent pas obligatoirement des étapes de préparation précédentes.

8.3 Humidification



A chaque couche ou passe d'enduit la couche précédente doit être **humidifiée** sans pour autant être **ruisselante**.

L'humidification dépend de la nature et du coefficient d'absorption des supports considérés, ainsi que des conditions climatiques.

Quelles que soient les conditions atmosphériques, les supports en brique de terre cuite doivent être arrosés moins d'une demi-heure avant l'enduisage, ou à l'avancement.

REMARQUE : L'humidification permet d'éviter le grillage des enduits.

8.4 Reprises

Pour éviter les surcharges d'enduit, des reprises ponctuelles du support sont nécessaires avant les travaux d'enduisage, en particulier en restauration. Elles sont réalisées avec un mortier de même composition que le corps d'enduit et peuvent être :

- de 0 à 3 cm : un renformis au mortier ;
- de 3 à 5 cm : une surcharge grillagée.

Le délai minimal de durcissement des reprises, avant application de l'enduit, est de 4 à 7 jours, selon la nature du liant et l'épaisseur de la reprise.

REMARQUE : Au-delà de 5 cm d'épaisseur, un ouvrage de redressement en maçonnerie de même nature ou de comportement analogue à la maçonnerie sous-jacente doit être réalisé.

8.5 Tolérances de mise en œuvre :

Planéité des enduits mesurée par la flèche prise sous la règle de 2,00 m

Enduit courant	Enduit soigné	Enduit exécuté entre nus et repères
1 cm	0,5 cm	0,5 cm

8.6 Conditions climatiques

Température ambiante

Lors de la mise en œuvre des enduits, la température ambiante doit être comprise entre 8 ^{o}C et 30 ^{o}C pour les mortiers exclusivement à base de chaux, et entre 5 ^{o}C et 30 ^{o}C pour les autres.

Les travaux ne doivent pas être entrepris :

- en période de gel ; (L'utilisation d'adjuvant « antigel » pour le gâchage du mortier frais est proscrite car inefficace.
- pour les enduits colorés de parement, par **temps de pluie**, de brouillard ou de forte humidité, afin d'éviter l'apparition **d'efflorescences blanchâtres**.

Par temps chaud ou vent sec, des précautions doivent être prises, telles que l'humidification des supports et l'emploi de mortier d'enduit à forte rétention d'eau.

Protection des enduits frais

Les enduits frais et jeunes doivent être protégés durant les deux ou trois premiers jours :

- soit par des bâches ou des filets coupe-vent ;
- soit par une humidification (une pulvérisation modérée est conseillée).

IMPORTANT : Il est recommandé de ne pas arroser un enduit en cours de durcissement par temps sec et ensoleillé. Il est recommandé de ne pas arroser en plein soleil un enduit en cours de durcissement. Le laisser sécher au moins 8 heures, puis humidifier à l'ombre par pulvérisation de bas en haut.

8.7 Qualité de l'enduit fini

ÉPAISSEUR : Les épaisseurs de l'enduit fini doivent être respectées pour assurer notamment l'imperméabilisation des murs extérieurs et la planéité de l'enduit.

ASPECT : Un enduit doit présenter un état de surface régulier. Il doit être exempt de soufflures, cloques, fissures caractérisées. Les arêtes doivent être sans écornures ni épaufrures. Les joints doivent être rectilignes.

APLOMB : Cette spécification ne s'applique qu'aux enduits soignés ou exécutés entre nus et repères. L'enduit appliqué dans ces conditions sur des supports verticaux doit présenter une tolérance de verticalité inférieure à 1,5 cm mesurée sur 3 mètres.

ADHÉRENCE : L'enduit ne doit pas « sonner creux » au passage d'un outil dur sur sa surface. Un son creux révèle une amorce de décollement.

8.8 Points singuliers

- **Joints**

Il faut s'assurer que les joints horizontaux entre les éléments de maçonnerie soient bien remplis et que le mortier de montage durci soit présent et continu. Pour la maçonnerie collée (ex. briques MONOMUR, montées à joints minces) le joint doit faire au moins 1 mm d'épaisseur. En zones sismiques les joints verticaux doivent être remplis.

- **Modénatures**

Des joints esthétiques, en creux, destinés à créer une modénature d'enduit, peuvent être réalisés dans la couche de finition d'un enduit multicouche ou en surface d'un enduit monocouche. Toutefois l'épaisseur en fond de joint doit rester supérieure à 12 mm pour le corps d'enduit et à 10 mm pour un enduit monocouche.

Des surépaisseurs, limitées à 25 mm, peuvent être réalisées moyennant une application en deux couches, espacées de 48 h minimum. Dans ce cas, la modénature en saillie doit être inclinée vers l'extérieur pour éviter la stagnation d'eau.

- **Protection des arêtes supérieures**

Les têtes de mur et les appuis de baies doivent être protégés par un dispositif munis d'un larmier (débord de toiture, couronnement, chaperon, bavette, corniche...).

- **Liaisons entre supports de natures différentes**

La maçonnerie à enduire doit être constituée d'un même matériau homogène, (c'est-à-dire par exemple uniquement de briques ou de blocs de béton).
En cas de présence de matériaux différents dans la maçonnerie, il faut réaliser un gobetis puis incorporer un renfort d'armature dans la première passe, à la jonction des matériaux.

La liaison des supports juxtaposés de natures différentes doit être grillagée. Le grillage doit déborder de 15 cm au-dessus du chaînage de plancher et de 15 cm au-dessous du premier joint de la maçonnerie sous-jacente (fig. 1). Il doit être protégé contre la corrosion et suffisamment enrobé.

REMARQUE : En pignon, il peut être utile de grillager deux rangs de parpaings sous l'appui de la charpente.

Fig. 1 Enduit sur bois/maçonnerie (à gauche) et maçonnerie/béton (à droite)

9 REVETEMENTS ORGANIQUES

Les revêtements organiques comprennent **les peintures, les RPE et les RSE**

Définition : Ces produits très élaborés sont destinés à jouer sur les façades un rôle plus important que le seul effet décoratif exigé par une simple peinture. C'est pour cette raison qu'ils prennent le nom de revêtements.

Pour les revêtements devant jouer un rôle d'imperméabilité, le liant principal doit être :
- soit de la famille des résines vinyliques et copolymères en dispersion aqueuse ;
- soit de la famille des résines acryliques et copolymères en dispersion aqueuse.

Caractéristiques et performances : Les caractéristiques et performances des revêtements sont définies et classées, par la norme P 84-403, d'après les quatre rôles qu'ils auront à jouer pour la façade :
- maintien de l'aspect ;
- décoration ;
- imperméabilité à la pluie ;
- isolation thermique.

Aspect et décoration des revêtements à base de polymères.

Classe	**Fonction du revêtement**	**Nature**	Norme
D1	Modifie peu l'aspect d'origine du parement de la façade. Améliore temporairement le comportement à l'eau et aux salissures du support	Produit incolore ou légèrement pigmenté, filmogène ou non : hydrofuges et lasures béton	
D2	Décore et protège superficiellement en ne modifiant que très peu les caractéristiques physiques du support.	Peintures et revêtement à film mince	NF T 30 804
D3	Protège superficiellement le support. Masque le faïençage.	**Revêtement semi-épais**	NF T 34 720
		Revêtement plastique épais	NF T 30 700.

9.1 REVETEMENTS PLASTIQUES EPAIS - RPE :

Définition: Les revêtements plastiques épais (RPE) sont des produits prêts à l'emploi, à caractère protecteur, constitués principalement par un mélange de liant synthétique, d'agrégats et de charges minérales inertes avec ou sans pigment.

Utilisation : Les revêtements de plastique épais assurent :

- une fonction décorative (masque le faïençage du support) mais le relief de ce revêtement le rend sensible à l'encrassement dû à la pollution atmosphérique ;
- la protection du support (mise à l'abri du support de l'action directe des eaux de pluie et des polluants atmosphériques) ;
- un complément d'imperméabilisation aux eaux de pluie (aptitude du revêtement à limiter dans certaines conditions qui lui sont propres la pénétration des eaux de pluies dans le support).

Le RPE remplit les mêmes fonctions que la couche de finition d'un enduit traditionnel conforme aux DTU 26.1 (enduits aux mortiers de liants hydrauliques).

Application: De consistance plus ou moins pâteuse, ces produits contiennent des charges grossières, de granulométrie variable. Se différenciant ainsi des peintures à film mince, ils sont donc plus garnissants et plus épais. Ils sont appliqués manuellement.

Bonne tenue du revêtement : Le revêtement ne doit présenter ni écaillage, ni décollement, ni cloquage.

Épaisseur : de 1 à 2 mm

9. 2 REVÊTEMENTS SEMI EPAIS - RSE

Selon le support, le revêtement sera appliqué en 1 à 3 couches et l'épaisseur totale n'excédera pas 0,6 mm

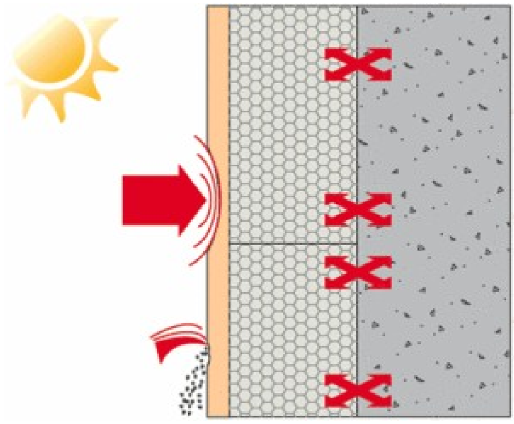
10 Isolation thermique par l'extérieur

Pour recouvrir l'isolant positionné en façade, le protéger et le décorer durablement, les enduits de finition doivent répondre à de fortes contraintes.

Des enduits qui adhérent à l'isolant ?

Les enduits de façade sont traditionnellement conçus pour recouvrir des supports maçonnés. Avec l'isolation thermique par l'extérieur, le support d'enduit est spécifique de part sa nature et sa relative souplesse. L'enduit doit donc adhérer et résister aux déformations potentielles des supports liés aux chocs thermiques.

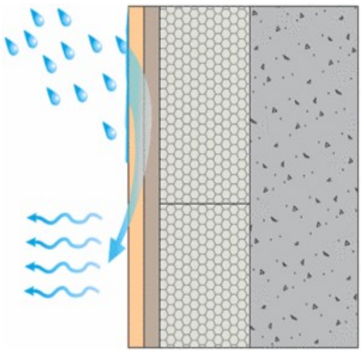
Des enduits qui résistent en surface ?



Les enduits doivent résister normalement aux agressions de surfaces :

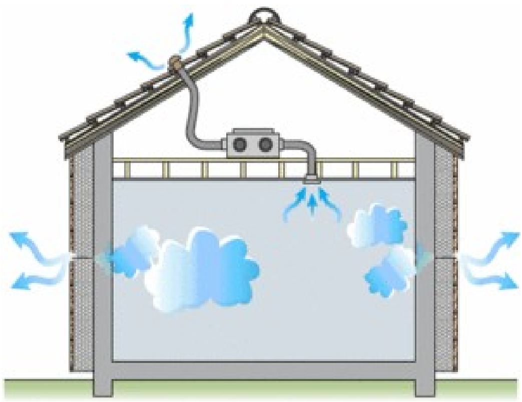
- rayures provoquées par les frottements du passage de piétons ou les branchages des arbres,
- enfoncement ponctuel à la suite d'un choc léger (ballon...).

Un enduit trop poudreux, fragile ou trop mou, risque de se détériorer rapidement.



Des enduits imperméables ?

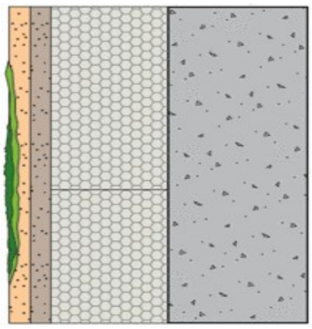
Les systèmes d'I.T.E. n'ont pas pour vocation principale d'imperméabiliser les parois. Cependant, les enduits doivent freiner la pénétration de l'eau de pluie à travers leur épaisseur afin d'éviter les décollements et la pénétration ultérieure de l'eau dans les joints de plaques.



Des enduits qui laissent respirer la paroi ?

La vapeur d'eau issue de l'intérieur des locaux ou directement de la maçonnerie, doit être évacuée. Les procédés de ventilation intérieure sont alors nécessaires mais pas totalement suffisant.
Une accumulation de vapeur d'eau entre la maçonnerie et l'isolant extérieur entrainerait des passages privilégiés aux joints des plaques et donc des risques de pathologie. Le système d'enduits doit alors posséder des performances réelles de perméabilité à la vapeur d'eau.

Des enduits qui résistent aux moisissures ?



Sur un support qui ne gèle pas en hiver et n'est jamais trop chaud en été, les algues et moisissures aiment loger et se développer d'année en année. L'enduit peut alors freiner leur développement ou tout du moins éviter de l'accélérer avec une composition chimique ou des aspects de surfaces qui leurs seraient trop favorables.

Principe :

Pour répondre aux sollicitations et contraintes techniques des enduits de façades sur isolants, plusieurs couches sont nécessaires pour répartir les missions au sein d'un système d'enduits : sous-enduit avec armature + enduit décoratif.

A : un sous-enduit « technique »
pour adhérer sur des supports non traditionnels (isolants P.S.E.), résister aux déformations dues aux chocs thermiques et permettre l'accrochage d'une finition d'enduit décoratif.

B : une armature en fibre de verre, simple de mise en oeuvre, marouflée dans l'épaisseur du sous-enduit pour renforcer ses caractéristiques mécaniques et sa tenue à la fissuration.

C : un enduit de finition décoratif, pelliculaire, mince ou épais, avec des reliefs plus ou moins importants en fonction des systèmes et des choix esthétiques et la résistance souhaitée au développement des salissures et micro-organismes.

<u>Solution 1 : enduits avec de la chaux aérienne naturelle et traditionnelle.</u>

- **la souplesse de la chaux aérienne** qui donne à l'enduit un faible module d'élasticité particulièrement apprécié sur les constructions hétérogènes et peu cohésives connues dans le bâti ancien et détourné ici sur des matériaux technologiques,
- **la perméabilté à la vapeur d'eau** qui laisse respirer les maçonneries anciennes et devient si utile pour un système d'enduits sur isolant, **le caractère antiseptique** de la chaux aérienne qui amenait les anciens à chauler les murs pour freiner le développement microbien ou l'accrochage des moisissures dans l'habitat vernaculaire et les bâtiments agricoles.

et de surcroît,

- **le caractère ininflammable** des mortiers d'enduits minéraux à la chaux qui recouvrirent les constructions anciennes en pans de bois à la suite du désastre de l'incendie de Londres en 1666, **une matière première renouvelable** grâce au cycle de la chaux aérienne qui transforme le calcaire pur en chaux vive puis en chaux éteinte avec ajout d'eau, avant de durcir et carbonater dans un mortier d'enduit pour recréer avec l'air et le dioxyde de carbone, un nouveau calcaire pur.

<u>Solution 2 : enduits minéraux épais projetés mécaniquement</u>

<u>Solution 3 : Les enduits organiques minces (R.P.E.)</u>

Solutions estimées pour leur caractère relativement économique avec des finitions éprouvées depuis 30 ans, les enduits organiques pigmentés exploitent la couleur en gamme large.

Attention à ne pas utiliser des teintes dont le coefficient d'absorption du rayonnement solaire (alpha) est inférieur à 0,7 (ou 0,5 en montagne). Il s'agit ainsi d'éviter les coloris foncés sur les façades exposées aux chocs thermiques.


maisons paysannes de france ©
A l’extérieur et à l’intérieur,
des enduits au naturel
Délégation du Loiret Octobre 2016
Photos: MPF45; Rachez; Raunet

- *Suite à de nombreuses observations et à l'expérience collective de la délégation du Loiret, nous vous proposons dans ce diaporama quelques informations illustrées d'exemples sur un élément clé de l'intervention sur le bâti ancien: les* ***enduits.***

- *Nous ne prétendons évidemment pas être complets, aussi trouverez-vous en dernière page une bibliographie pour aller plus loin.*

LES ENDUITS EXTÉRIEURS


Les enduits
anciens

La « peau » de la maison: des enduits couvrants

Dans notre département , l'enduit recouvre la plupart du temps la maçonnerie de moellons *(de qualité parfois médiocre et souvent hétéroclite) et ne laisse apparaître que les encadrements et chaînages en* ***pierre taillée****. On ne voit aujourd'hui les pierres que parce que l'enduit est tombé, surtout en bas de mur…*

Il en va différemment dans d'autres régions (la Touraine par exemple avec les constructions en tuffeau, le Poitou-Charentes avec des moellons calcaires laissés bruts et bien entendu les pays de schiste ou de granit)

Maçonnerie composite et de faible qualité:
l’enduit couvrant aujourd’hui dégradé la cachait



Maçonneries composites (silex et tuileaux) recouvertes à l'origine d'un enduit complet - *Tigy*





Exception: sur certains murs en Beauce (surtout sur bâtiments d'exploitation) la maçonnerie est laissée brute, avec des calcaires durs de meilleure qualité et bien équarries



Quels matériaux pour l’enduit?

La chaux

On utilisait des chaux « grasses »(chaux aérienne) produites localement, de pureté variable, utilisées parcimonieusement pour des raisons de coût: les enduits anciens sont en général beaucoup plus fins que nos enduits actuels. Ils ont néanmoins une excellente tenue dans le temps…

Faible épaisseur



Les sables

Des sables locaux plus ou moins colorés, une granulométrie non standardisée, parfois avec de gros grains





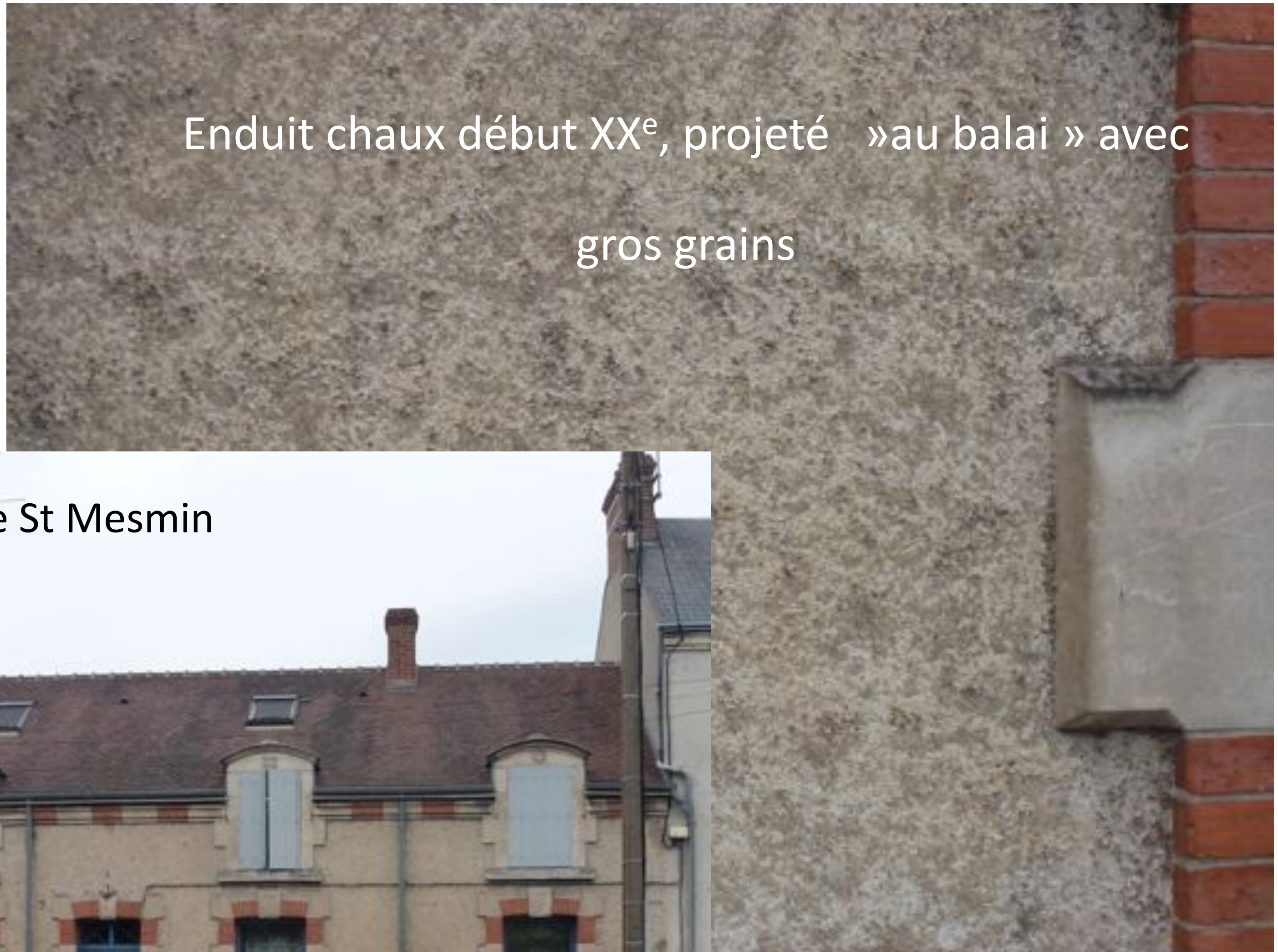
Ci-après, quelques exemples d'enduits anciens dans le Loiret: ce sont des enduits clairs, blonds en Val de Loire, parfois légèrement ocrés en Forêt d'Orléans ou en Gâtinais



Forêt d’Orléans

Finition talochée; enduit plat, au nu des pierres d’encadrement


Val de Loire


Enduit chaux début XXe, projeté »au balai » avec
gros grains


La Chapelle St Mesmin

Forêt d’Orléans (Vitry aux Loges)



Enduit du soubassement contenant sans doute de la brique pilée

Malheureusement, les enduits anciens ont été dans les années 1960-70 trop souvent remplacés partiellement ou totalement par des enduits ciment compromettant la santé de la maçonnerie et modifiant le caractère architectural du bâtiment

Ces enduits sont à éliminer, au moins en partie basse, pour permettre au mur de respirer







Enduits ciment, empêchant l'humidité de s'évacuer .
Symptômes: auréoles et boursouflures…

Restaurer un enduit

Réparer

↓

Refaire totalement un enduit ancien à la chaux n'est pas forcément nécessaire*: on peut se contenter de* ***réparer*** *les parties vraiment dégradées avec un enduit chaux-sable en recherchant un sable d'une couleur identique.*

Si réfection totale:

↓

*Privilégier l'**enduit couvrant**, à la rigueur à « pierres entrevues »*

Pourquoi?

- ***Raisons fonctionnelles**:*

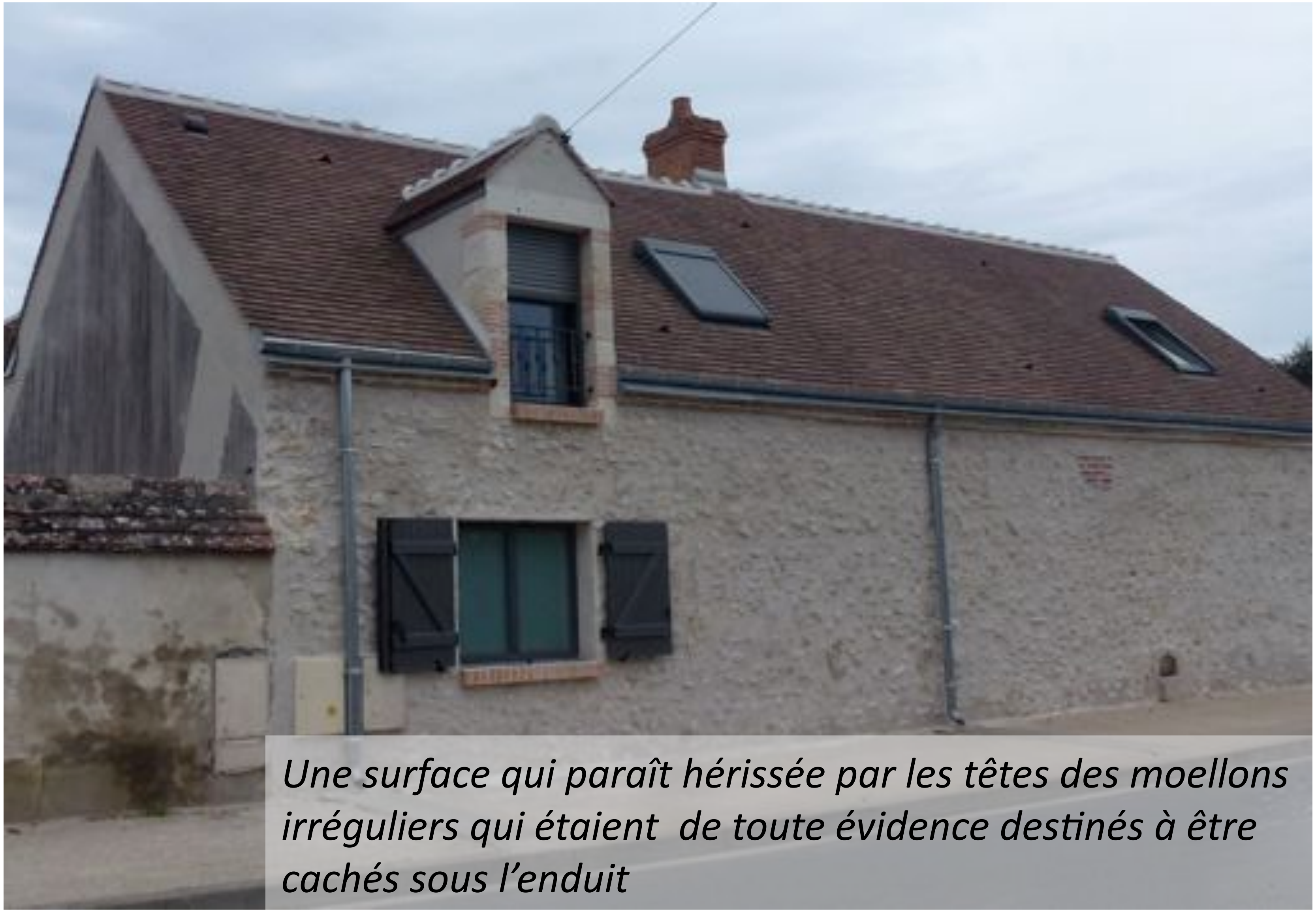
  Moellons de faible qualité, parfois gélifs, souvent disparates: l'enduit les protège de l'eau liquide;

- ***Raisons d'ordre esthétique:***

  Deux maisons de même type côte à côte: l'enduit complet (à gauche) donne toute leur valeur aux encadrements de pierre, alors qu'ils « disparaissent » (à droite) , noyés dans les moellons apparents qui brouillent la lisibilité et l'harmonie de la façade.



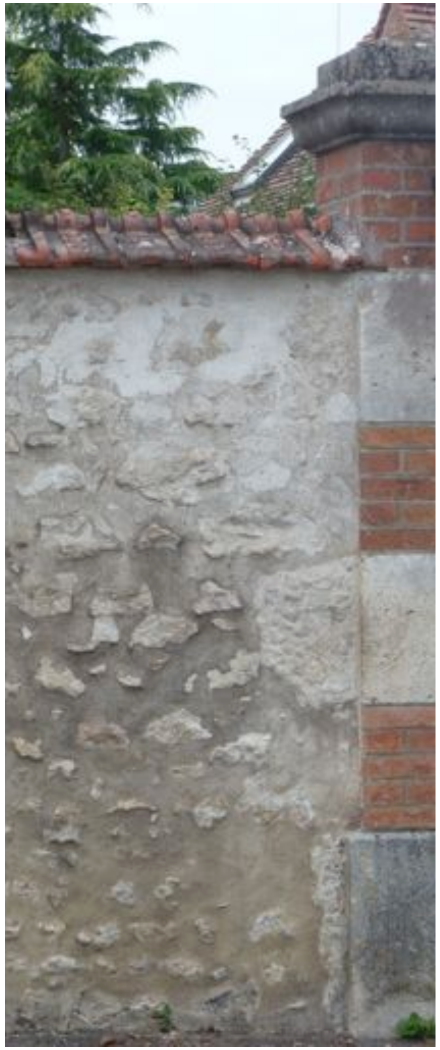




Une surface qui paraît hérissée par les têtes des moellons irréguliers qui étaient de toute évidence destinés à être cachés sous l'enduit



Double peine: moellons détourés, joints en creux au ciment



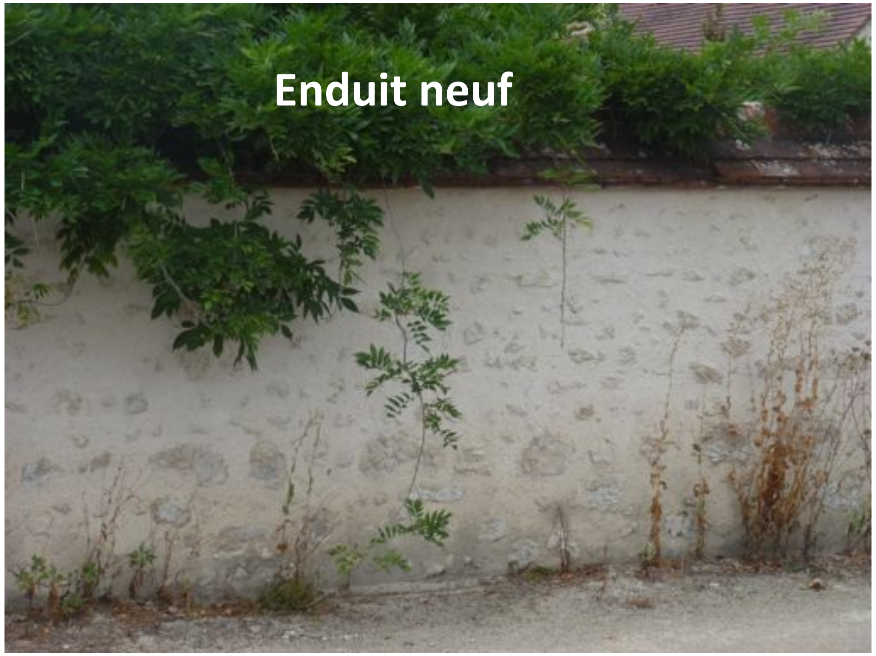
En revanche,

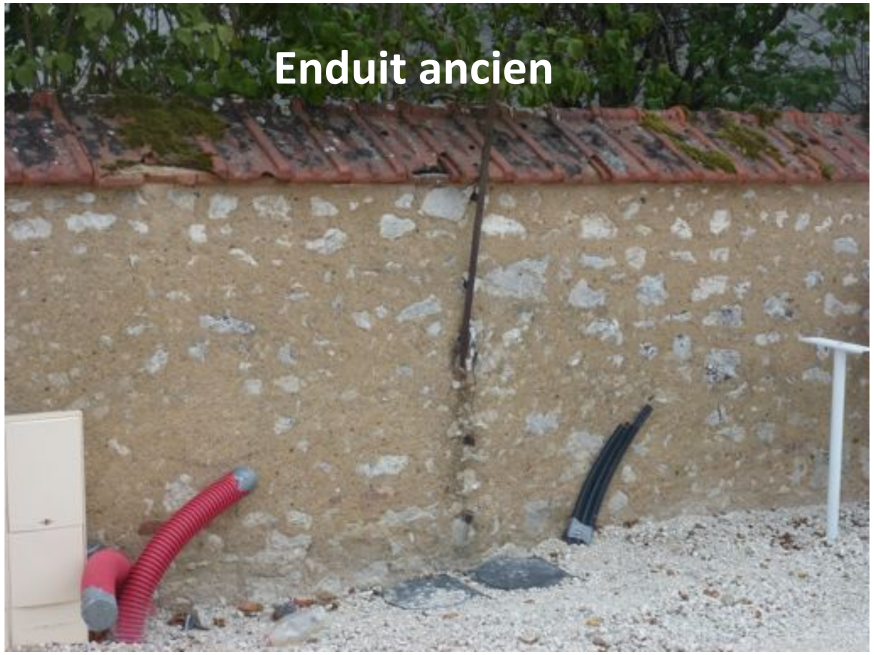
l'enduit à « pierres entrevues »

(quasiment plat)

est tout à fait acceptable, surtout sur des murs de clôture ou de

dépendances et lorsque les moellons présentent une surface suffisante





Matériaux et mise en oeuvre

La chaux

- ***C'est le seul liant convenant aux maçonneries anciennes****: il laisse respirer le mur, il donne de la souplesse à l'enduit et laisse visibles les grains de sable qui lui apportent couleur et vie*

- *Les chaux: CL 90 ou NHL 2, NHL 3,5 à la rigueur (voir sur notre site l'article sur les chaux. Bien le préciser lors de l'achat)*

- *Se méfier des enduits « tout prêts »dont la composition est opaque…*

Le sable

- *Rechercher le sable le plus proche possible de l'ancien (couleur et granulométrie). On peut ajouter au sable 0/4, généralement utilisé pour les enduits extérieurs, un peu de « mignonette »(petit gravier) qui donnera relief et vie vie à l'enduit*

- *On peut mélanger plusieurs sables pour obtenir la couleur souhaitée (un ajout de sable du Loir ou du Perche, ocrés, peut permettre de retrouver la couleur des enduits anciens en Forêt d'Orléans et Gâtinais)*

ATTENTION!

Choisir les mi-saisons pour réaliser les enduits extérieurs: la chaux, tant qu'elle n'a pas fait sa prise, ne supporte ni le gel, ni la pluie ni les fortes chaleurs!

La finition

- *Préférer la finition* ***talochée*** *à la finition « grattée » qui retient poussières et mousses et qui retire le lait de chaux protecteur*

- *On peut faire ressortir les grains de sable en passant l'éponge lorsque l'enduit a déjà bien fait sa prise*

• *Eviter les enduits trop blancs et raides*



Les encadrements de baies

Les encadrements de baies *de la maison rurale ancienne sont positionnés afin de ménager une réserve de 1 à 2 cm pour l'enduit qui vient ainsi* ***affleurer les pierres****, sans creux ni surépaisseur*



C'est une erreur de les souligner artificiellement par une surépaisseur d'enduit…






1

Quelques bons exemples



Le même type de maison de bourg: ***avant*** *(l'état était le même qu'à droite) avec son enduit de ciment en surépaisseur et* ***après****, avec un enduit à la chaux légèrement coloré par le sable et venant mourir sur les encadrements.*





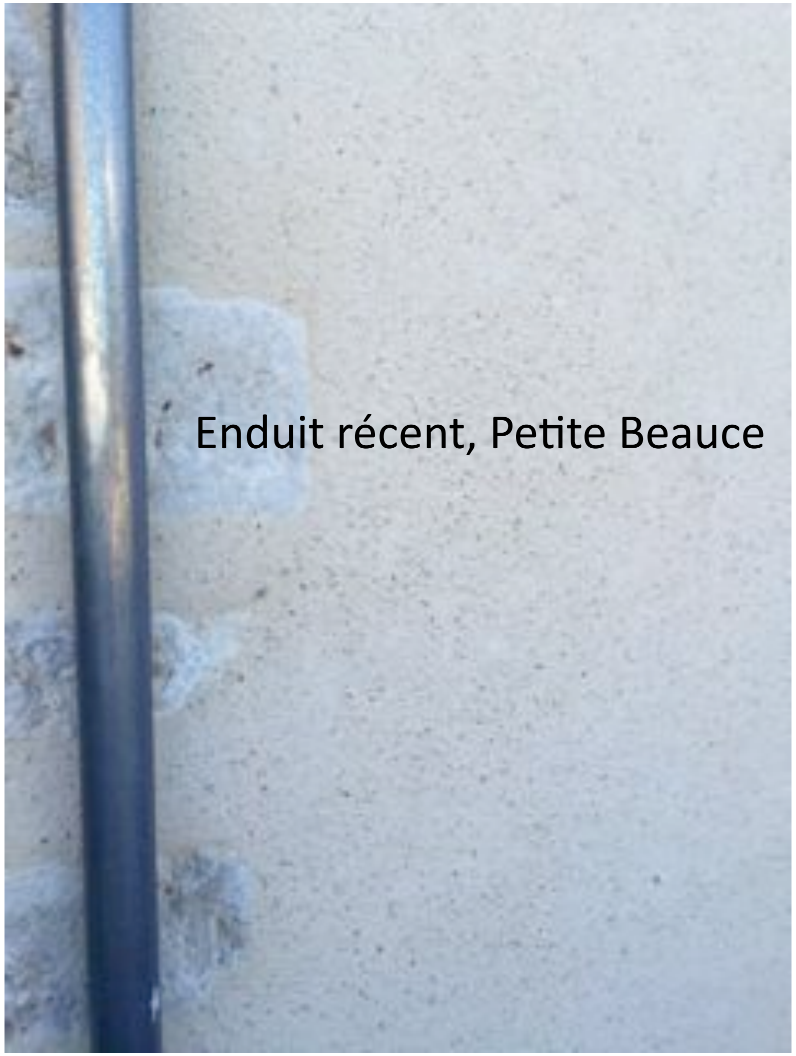
Forêt d’Orléans: enduits un peu colorés

Val de Loire: enduits clairs





Val de Loire


Enduit récent, Petite Beauce


Église d'Isdes





Le sable de Loire autrefois utilisé était du sable « roulé », aux grains ronds; aujourd'hui le sable extrait des carrières est souvent concassé pour obtenir la bonne granulométrie, avec des grains aux angles aigus.

LES ENDUITS INTÉRIEURS

r

*Dans la maison rurale ancienne, on appliquait sur l'enduit intérieur chaux-sable un **lait de chaux**, régulièrement renouvelé, qui donnait un aspect velouté.*



Dans certains cas, le plâtre était utilisé.

- *Au XXe s, beaucoup de murs anciens ont été étanchéifiés à l'intérieur par le duo plaque plâtre + polystyrène sous prétexte d'isolation thermique et pour cacher l'humidité provoquée par l'enduit ciment extérieur: ce sont des solutions* ***inadaptées au bâti ancien****, qui empêchent la respiration du mur et peuvent gravement compromettre sa durabilité.*

- *Pour la* ***santé de la maison*** *(et de ses occupants) il est recommandé d'enlever ces cache-misère et de les remplacer par des enduits* ***naturels et perspirants***

Les différents matériaux

ENDUIT CHAUX-SABLE

- *Chaux: CL 90 de préférence ou NHL 3,5*

- *Sable: plutôt fin pour la couche de finition (0/2); possibilité de couleur (sables naturellement colorés ou ajout de terres colorantes)*

- *Un badigeon de chaux (coloré ou non) peut toujours être appliqué sur ce type d'enduits*



*On a remplacé ici un ou 2 seaux de sable par du **sablon**, sable fin, très pur et blanc, qui éclaircit l 'enduit**. Ne pas l'utiliser seul,** car il lui manque les « fines » qui donnent l'onctuosité à l'enduit.*



¼ de seau de sable argileux rouge a été ajouté, ce qui donne une coloration rosée au mortier

ENDUIT CHAUX-CHANVRE

- *En épaisseur 5-6 cm: évite la sensation de paroi froide, ne supprime pas l'inertie du mur ancien (précieuse en été), ne crée pas de désordre dans le mur*
- *En forte épaisseur (8-10cm): a une bonne capacité d'isolation*
- *Gère l'humidité*

Mise en œuvre:

- *En mélange par exemple avec Nathural, NHL 3,5 de chez Lafarge ou avec des chaux préformulées pour le chanvre (Société St Astier par ex)*
- *Chanvre en paillettes(« chénevotte ») de taille moyenne (15-20 mm)*
- *Proportions: 7 seaux eau, 2 sacs de chaux, 20kg (100l) chanvre décompressé;* ***en bétonnière thermique à vitesse lente****.*
- *Couche d'accroche de faible épaisseur (pas besoin de mouiller le mur) puis corps d'enduit de l'épaisseur choisie*


Couche d’accroche


Corps d’enduit

- *Finition: lissée ou non à la truelle selon le résultat souhaité.*

- *On peut appliquer un badigeon ou laisser tel quel.*


Finition talochée

ATTENTION!

Temps de séchage long: programmer le chantier en conséquence et prévoir IMPERATIVEMENT une ventilation constante pendant quelques semaines

CHAUX + AUTRE VÉGÉTAL (LIN, COPEAUX…)

En enduit de finition, peut-être plus pour son aspect décoratif plus que pour son pouvoir isolant

ENDUIT TERRE

- *Dans notre région, si la terre était un matériau de construction (torchis, bauge), elle n'était pas utilisée comme enduit intérieur.*
- *Elle est aujourd'hui appréciée pour son esthétique et ses propriétés hygrométriques*
- *C'est un matériau naturel et sain qui, s'il est prélevé sur place, est très économique et d'application relativement facile*



- *La terre a été ici extraite sur place (veine de terre argileuse) sous la terre végétale.*
- *On trouve évidemment dans le commerce des produits prêts à être appliqués*



- *On a ajouté à la terre débarrassée des cailloux 1/3 de sable 0/2 pour éviter tout risque de microfissures au séchage. Le mélange terre + sable est mouillé et malaxé au mélangeur jusqu'à consistance d'une crème épaisse*

- *L' enduit terre s'applique sur mur humide ou sur dégrossi chaux; il est étalé à la main ou au platoir, puis lissé au platoir ou à la truelle.*

- *On peut ajouter à la terre des fibres végétales (paillettes de paille ou de lin)*





Autre exemple: 1- dégrossi (produit Akterre)



2 – Enduit terminé



LE PLÂTRE



- *Si le plâtre traditionnel est d'un emploi plutôt réservé aux professionnels, il existe sur le marché un* ***plâtre allégé à prise lente****, dont la mise en œuvre est tout à fait abordable par les non spécialistes*

(*Un exemple de produit parmi d'autres marques: Lutèce 2000 C, sacs de 33kg)*

- *Comme la chaux, c'est* ***un matériau naturel*** *(gypse et perlite) qui gère l'hygrométrie. A noter qu'à la différence de la chaux, il n'attaque pas la peau.*

- *Ce plâtre s'utilise sur des cloisons de briques montées au plâtre, sur les plaques BA13 ou Fermacell, sur des parpaings. Sur béton lisse et sur bois (OSB ou contreplaqué), prévoir de fixer une trame plastique ou galva pour l'accroche et pour éviter le fissurage. Sur une maçonnerie de moellons, humidifier pour éviter la poussière.*

Le plâtre allégé se prépare au mélangeur dans un baquet (24l d'eau pour 1 sac de 33kg; toujours verser le plâtre dans l'eau). Un sac permet de couvrir 8m2.



- *On peut ajouter au mélange du **sable** de la granulométrie et de la couleur qu'on souhaite en fonction des effets à obtenir (1/3 du volume), ou bien **des fibres végétales** (paillettes de lin, de chanvre, de préférence assez fines, de la sciure de bois non tanique).*

- *Quand il est mélangé à du sable, on peut lorsqu'il commence à durcir faire par exemple une **finition à l'éponge** qui fait ressortir le sable.*

- *On peut aussi le **colorer avec des ocres** (prévoir alors de mélanger en une seule fois la quantité voulue pour éviter les différences de teinte).*

C’étaient quelques solutions pour échapper à la « double peine »: ciment dehors ,

BA13 + polystyrène dedans...

Nous n’avons pas évoqué les enduits intérieurs de type stucco ou tadelakt qui sont, par leur technicité, plutôt réservés aux professionnels…En revanche les matériaux évoqués ci-dessus, notamment pour l’intérieur, peuvent être mis en œuvre

par des autoconstructeurs avertis

Pour aller plus loin:

Visitez nos sites internet (local et national)

Consultez la bibliographie ci-après

MPF – Loiret - Enduits au naturel - Bibliographie

- *Bertoncello J.F., Fouin J., Les matériaux naturels - décorer, restaurer et construire, Rodez, Ed. du Rouergue, 2006, 204 p.*
- *Carli F., Le petit guide illustré de la chaux, Paris, Les cahiers de Terres et couleurs, 48 p., 2006*
- *Ecole d'Avignon, Techniques et pratique de la chaux, Paris, Ed. Eyrolles, 1998, 211 p.*
- *Fillipetti H., Sébilo F., Savoir tout faire - Restaurer sa maison, Paris, La Maison Rustique, 2010, 300 p.*
- *Fouin J., La chaux naturelle - décorer, restaurer et construire, Rodez, Ed. du Rouergue, 2001, 143 p.*
- Les chaux et les sables dans les enduits ,*CAUE-44, CAPEB Pays-de-la-Loire, Tiez Breiz, validation technique : Luc Van Nieuwenhuyze, 128 p.*
- *Monique Cerro :*Enduits chaux et leur décor: mode d'emploi, *éd. Eyrolles, coll. «Chantiers pratiques», 144 p.*
- *Site : www.maisons-paysannes-loiret.org*

Janvier 2013

GUIDE TRAVAUX D'ENDUITS DE MORTIERS DE FAÇADE

Mise en œuvre sur supports neufs et anciens



Blocalians® Le Bloc Béton construit l'avenir

Ciments Calcia Italcementi Group

LAFARGE

Wienerberger Building Material Solutions

YTONG

CAPEB L'Artisanat du Bâtiment

CHABANNE BATIMENT FABRICANT DE PROFILES ET D'ACCESSOIRES

Layher.

Putzmeister Machines à Mortier

ÉDITO

La création de ce guide, qui rassemble des savoir-faire professionnels et techniques, a été possible grâce à l'implication des Conseillers Professionnels, du Service des Affaires Techniques et Professionnelles de la Confédération et des industriels, partenaires de l'UNA Maçonnerie-Carrelage. Ensemble, ils ont travaillé à la recherche de solutions pour une bonne réalisation des enduits. Figurent également dans ce guide tous les types de matériaux nécessaires à la réalisation de l'enduit sur supports neufs et anciens. Toutes les phases du chantier sont abordées, depuis l'étude du projet à la réalisation de l'enduit, sans oublier les réglementations et obligations administratives en vigueur au moment de l'écriture de ce guide. Vous y trouverez aussi quelques conseils sur le choix du matériel : échafaudage, machine à projeter, ainsi que des conseils sur l'entretien de la façade.
Nous espérons que ce travail en commun vous aidera à répondre aux attentes de vos clients. Utilisez ce guide sans modération.
Qui aime bien, bâti bien !

Dominique METAYER
Président de l'UNA Maçonnerie-Carrelage de la CAPEB

Rédacteurs :
CAPEB : Patrice BEAUFORT (Chargé de mission au Service des Affaires Techniques et Professionnelles), Gérard COLOMBO et André MOLLARD (Conseillers Professionnels de l'UNA Maçonnerie - Carrelage)
Partenaires : Emmanuel JEZEQUEL (Bloc Allians) - Dominique BERNARDI et Patrick MEZIERE (Ciments Calcia) - Guillaume ROZÉ (Lafarge) - Jean-Loup BOISSOU (PRB) - Gérard FOUILLOUX (Wienerberger) - Philippe LEGRAS (YTONG)
Partenaires associés : Didier ISSARTEL (Chabanne) - Laurent MEULEY (Layher) - Guy-Laurent HUGONIN (Putzmeister)

*NB : Les mots suivis de ce signe * possèdent une définition dans le Glossaire chapitre 11*

Avertissement
Ce guide traite des bonnes pratiques issues de l'expérience de professionnels, tout en s'appuyant sur les DTU en vigueur. Ce document ne peut, en aucun cas, être opposable.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION

> RÔLE ET FONCTION DE L'ENDUIT

L'enduit a pour vocation, dès l'origine, à protéger le support contre les agressions physiques et climatiques et à assurer l'imperméabilité du bâti. La fonction esthétique est obtenue par la couleur et l'aspect du mortier de la couche de finition. Il n'a pas de rôle structurel.

L'enduit est un gage de durabilité pour tous les ouvrages de maçonnerie de petits éléments ou de supports issus de techniques de remplissage.

Il contribue également à l'étanchéité à l'air de la construction.

1.1. Historique de l'utilisation d'enduit dans la construction

Jusqu'au 19e siècle, emploi d'enduit de mortier de chaux, plâtre ou plâtre et chaux selon les spécificités régionales.

Dans la deuxième moitié du 19e siècle, introduction du ciment naturel dans certaines applications d'enduit.

À partir des années 1970, essor des enduits formulés prêts à l'emploi dans la construction. Parallèlement, les techniques d'enduits chaux traditionnels (recette chantier) sur le bâti sont perpétuées. Les enduits à base de chaux, liant ancestral, sont d'autant plus d'actualité compte tenu de leurs excellentes propriétés sanitaires et environnementales.

1.2. Le marché

Le marché de l'enduit représente plus de 80 millions de mètres carrés par an dont 60% d'enduit prêt à l'emploi (source SNMI), ce qui induit que 40% de mortiers de recette sont faits sur chantier.

2. PRÉPARATION DE CHANTIER

2.1. Démarches et obligations administratives (déclaration de travaux)

Rappel : *les travaux du maçon sur l'enveloppe extérieure d'un bâtiment auront des conséquences au regard du droit de l'urbanisme.*

Il revient au maître d'ouvrage d'effectuer les démarches nécessaires auprès du service instructeur de la commune car c'est lui qui est le bénéficiaire de l'autorisation.

Néanmoins, il est aussi considéré comme un « non sachant » et, à ce titre, le professionnel du bâtiment a une obligation de conseil et d'information à l'égard de son client sur les règles d'urbanisme applicables, notamment sur les autorisations à demander.

Les juges recherchent toujours si l'entrepreneur s'est suffisamment informé sur la réglementation à appliquer. À titre d'exemple, la responsabilité de l'entrepreneur est engagée si, avant de procéder à l'exécution d'un marché, il omet de s'assurer que le maître d'ouvrage a bien obtenu les autorisations administratives nécessaires (Cass, 3e civ, 17 mars 1975).

Aussi, connaître la réglementation applicable permet de sécuriser son activité d'entreprise, en évitant des retards de chantiers, voire des arrêts.

Les autorisations d'urbanisme sont essentiellement demandées lorsque l'on travaille sur l'enveloppe du bâtiment.

Les travaux d'enduit de mortier de façade d'un bâtiment ont une incidence sur l'aspect extérieur du bâtiment, ce qui n'est pas sans conséquence au regard du droit de l'urbanisme et des règles de droit privé.

2.1.1. Autorisations d'urbanisme

Dans le cas du ravalement, une déclaration préalable est nécessaire et obligatoire.

2.1.2. Les règles d'urbanisme

Lorsqu'on modifie l'aspect extérieur d'un bâtiment, il faut prendre en compte la règle d'urbanisme qui se trouve dans le règlement du

Plan Local d'Urbanisme (PLU). Quand il n'y a pas de document d'urbanisme, il faut se reporter au droit commun du Règlement National d'Urbanisme (RNU).
S'il y a un PLU, il convient de consulter l'article 11 de son règlement qui traite de l'aspect extérieur des constructions et qui peut fixer des exigences ou règles particulières.

Exemple : « Toutes les façades des constructions doivent être traitées avec le même soin et en harmonie entre elles. Les matériaux tels que les pierres, briques, parpaings, destinés à être recouverts d'un parement ou d'enduits, ne peuvent être laissés apparents sur les parements extérieurs des constructions ni sur les clôtures ».

En l'absence de PLU, c'est le Règlement National d'Urbanisme qui s'applique et qui énonce les deux points suivants concernant l'aspect extérieur :

Art R111-21 du code de l'urbanisme : « Le projet peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si les constructions, par leur situation, leur architecture, leurs dimensions ou l'aspect extérieur des bâtiments ou ouvrages à édifier ou à modifier, sont de nature à porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, aux sites, aux paysages naturels ou urbains ainsi qu'à la conservation des perspectives monumentales ».

Art R111-23 du code de l'urbanisme : « Les murs séparatifs et les murs aveugles apparentés d'un bâtiment doivent, lorsqu'ils ne sont pas construits avec les mêmes matériaux que les murs de façades principales, avoir un aspect qui s'harmonise avec celui des façades ».

2.1.3. À ne pas oublier

2.1.3.1. Vigilance sur la réglementation patrimoine

Les principales protections sont :

- les immeubles classés (ou inscrits à l'inventaire supplémentaire) des Monuments Historiques (et le périmètre de visibilité de 500 mètres),

- les Plans de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV),

- les Aires de Mises en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AMVAP, ex Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager ZPPAUP),

- les éléments identifiés par le PLU comme présentant un intérêt patrimonial ou paysager.

Dans les cas précités, les champs d'application des autorisations (permis, déclaration…) peuvent être différents du régime général et surtout :

- les délais d'instruction sont rallongés (avis des Services Territoriaux de l'Architecture et du Patrimoine - STAP),

- les autorisations d'urbanisme peuvent être assorties de prescriptions particulières (matériaux, aspect extérieur…).

2.1.3.2. Les Autorisations d'Occupation Temporaire de la voirie (AOT)

Voir chapitre 2.3.3.4

2.2. Sécurité du chantier et des personnes

Conformément à la réglementation, il est obligatoire de se protéger contre les risques de santé et sécurité au travail. Différents niveaux de prévention sont à prendre en compte suivant le ou les risques encourus dans l'entreprise. C'est pour évaluer ce risque qu'a été mis en place le Document Unique (DU). Votre CAPEB peut vous aider à le remplir.

L'établissement d'un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) peut être demandé. Il dépendra du nombre de travailleurs sur le chantier et de la durée des travaux.

Quelle que soit la configuration du chantier, en plus du port de vêtements de travail adaptés (pantalon et haut avec manches longues), des équipements de protections individuels et collectifs seront mis en place :

- liste non exhaustive d'Équipement de Protection Individuel (EPI)
  - o Casque, masque anti poussière,
  - o Lunettes,
  - o Gants,
  - o Protections auditives,
  - o Chaussures de sécurité,
  - o Harnais (pour montage d'échafaudage).

- la protection collective passera par une prise de connaissance des conditions de sécurité du chantier, comme par exemple la réception de l'échafaudage avec vérification de l'habilitation, le contrôle et la réception du montage de l'échafaudage en place (voir chapitre 2.3.3 - Échafaudage).

2.3. Organisation du chantier

2.3.1. Planning et délais



Il convient, dans son organisation de chantier, de définir les délais et le temps de réalisation des grandes étapes, du bon de commande à la livraison. Un planning sera établi pour respecter l'engagement sur les délais de livraison.

2.3.2. Matériel et outillage



a/ Outillage de malaxage et de mesure
- Malaxeur, bétonnière, bac à gâcher, tamis, pelle et seau

b/ Outillage de transport et de stockage
- Godet, brouette, auge (gamatte), seau, treuil et poulie

c/ Outillage d'application
- Truelle, grande taloche, platoir (plâtroir), pot à projeter, balayette

d/ Outillage de dressage et de finition
- Règle crantée, truelle lisseuse, langue de chat, taloche et talochons bois, taloche à pointes, brosse métallique ou chiendent, taloche feutre ou éponge…

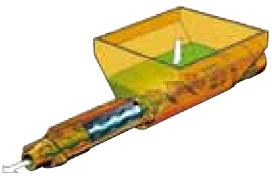
e/ Matériel de protection
- Film plastique, adhésifs, moquette usagée, bâche ou filet de protection pour protection de la pluie, du vent et du soleil

f/ Matériel de projection

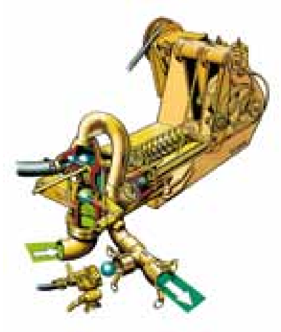
Un enduit peut être appliqué manuellement ou mécaniquement. Cette dernière sera privilégiée pour les grandes surfaces.

Il existe trois procédés de projection :

- par pot de projection,
- par machine à piston,
- par machine à vis.



Système à vis



Système à piston

	Procédé	Avantages	Inconvénients
Pot de projection	- Malaxage initial externe (bétonnière) - Collecte du mélange obtenu dans un pot à projeter - Utilisation d'un compresseur de capacité minimale de 300 l/mn à 4 bars qui permet d'avoir un usage constant et qui évite des pertes de charge	- Coût d'investissement	- Rendement - Pertes résiduelles
Machine à piston	- Alimentation directe - Propulsion par compression d'un piston - Granulométrie 10/12 mm maximum	- Pression - Capacité de projection (jusqu'à 60 m de tuyaux) - Coût de maintenance raisonnable	- Machine lourde (transport) - Double malaxage (attention au bullage) - Coût d'investissement
Machine à vis	- Approvisionnement simple directement dans le malaxeur - La projection du mélange se fait par une vis sans fin - Granulométrie limitée à 8 mm	- Débit constant - Maniabilité facile - Nettoyage rapide - Possibilités de finitions variées par réglage progressif	- Risque d'abrasion des matériaux par manque de pression (surveiller les manomètres de la pompe) - Distance de projection limitée (40 m de tuyaux) - Coût de maintenance

2.3.3. Échafaudage

2.3.3.1. La réglementation

Tous les professionnels utilisant des matériels d'échafaudage sont concernés par les récentes évolutions réglementaires.

Le décret du 1er septembre 2004

Justification conception
Il rend le plan et la note de calcul obligatoires en toutes situations : « lorsque la note de calcul n'est pas disponible ou que les configurations structurelles envisagées ne sont pas prévues par la notice technique du fabricant, un calcul de résistance et de stabilité doit être réalisé par une personne compétente », Art R233-13-32.

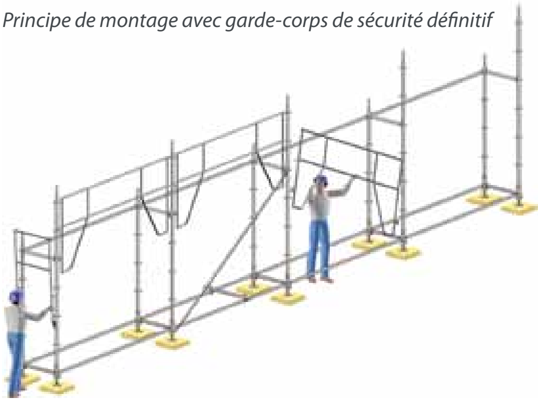
Formation
Il impose la formation du personnel : « les échafaudages ne peuvent être montés, démontés ou sensiblement modifiés que sous la direction d'une personne compétente et par des travailleurs qui ont reçu une formation adéquate et spécifique aux opérations envisagées », Art R233-13-31.

Mixité interdite
Utiliser sur un même échafaudage des pièces de fabricants différents est interdit : « les assemblages doivent être réalisés de manière sûre, à l'aide d'éléments compatibles, d'une même origine et dans les conditions pour lesquelles ils ont été testés », Art R233-13-33.

Protection collective
Il préconise l'utilisation de garde-corps de sécurité définitif : « une protection appropriée contre le risque de chute de hauteur doit être assurée avant l'accès à tout niveau d'un échafaudage, lors de son montage, de son démontage ou de sa transformation », Art R233-13-32.

Renforcé par la recommandation CNAM R408 du 10 juin 2004
« Il y aura lieu, en priorité, d'utiliser des matériels préfabriqués, dont les garde-corps sont mis en place à partir du niveau inférieur déjà exécuté et protégé, avant la mise en place du plancher supérieur », Art. 5.3.

Principe de montage avec garde-corps de sécurité définitif



Les garde-corps sont installés du niveau inférieur



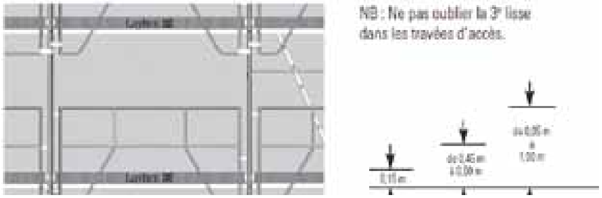
Après le montage des planchers, le monteur accèdera au niveau supérieur, déjà sécurisé par les garde-corps.

Les échafaudages doivent être équipés de planchers horizontaux tous les deux mètres, et les accès entre les différents niveaux de planchers doivent se faire soit par escaliers, soit par planchers à trappe auto rabattable avec échelle incorporée.

Les garde-corps
Les garde-corps doivent répondre aux spécifications précisées au décret Art R233-13-20 et R233-13-35.

À l'extérieur
Tous les planchers de travail doivent être équipés d'une lisse, d'une sous lisse et d'une plinthe.

À l'intérieur
Si la cote de clair (vide) est ≤ 20 cm de la façade, il n'y a pas de garde-corps. Au-delà, les dispositions sont les mêmes que celles prescrites pour l'extérieur.



Arrêté du 21 décembre 2004
Il impose au chef d'établissement utilisateur de l'échafaudage des responsabilités en termes de vérifications et de contrôles de l'échafaudage.

2.3.3.2. Conseils pour le montage et démontage

Pour monter, utiliser et démonter un échafaudage, il est nécessaire de suivre la notice éditée par chaque fabricant.
Cette notice est généralement consultable et téléchargeable sur son site Internet.

Les appuis
La répartition des charges au niveau des appuis doit se faire par un calage adapté à la portance du sol. En général, les socles reposent sur un ou trois madriers.
Les appuis sur corps creux, sur empilage instable de cales, ou avec une sortie de tige trop importante, sont interdits.



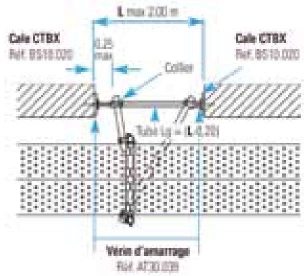
Avec un madrier de 8x22x50 cm



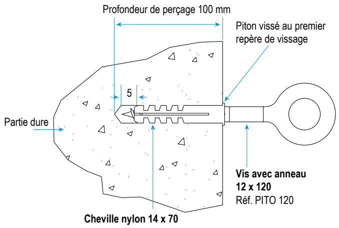
Avec trois madriers de 8x22x50 cm

Les amarrages
Un échafaudage doit être amarré à la façade, en respectant les consignes de la notice du fabricant.
En général, on préconise de mettre, au minimum, un amarrage tout les 24 m² sur les échafaudages non recouverts et, au minimum, un amarrage tous les 12 m² sur les échafaudages recouverts (échafaudage recouvert par une bâche ou un filet).

Les différentes techniques d'amarrage sont :
- Fixation par vérinage

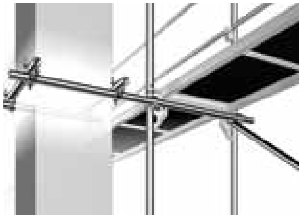


- Fixation par ancrage





- Fixation par cravatage



Autour d'un poteau



Par colliers crapauds sur de la charpente métallique

Les échafaudages auto-stables
En cas d'impossibilité de mise en place des amarrages, il est possible pour des échafaudages de faible hauteur de mettre des béquilles de stabilité (voir fiche technique du fabricant).



2.3.3.3. Choix de l'échafaudage

Il convient, avant tout, de choisir un matériel titulaire de la marque NF, garant du respect de fabrication et des normes en vigueur.

Un même échafaudage peut être utilisé par des personnes de plusieurs corps d'état (maçon, peintre, charpentier, couvreur…).



Échafaudage complet avec accessoires

L'idéal est de se coordonner en amont afin de réaliser un échafaudage unique répondant aux besoins de tous. La réglementation impose à chaque utilisateur de vérifier et valider la conformité de l'échafaudage pour son métier.
La largeur entre les montants d'échafaudage peut être variable de 0,73 m, 1,09 m ou 1,57 m pour faciliter la circulation.
Un large choix d'accessoires est également disponible pour optimiser le poste de travail.

2.3.3.4. Démarche administrative

Lorsqu'une partie des échafaudages est stockée ou implantée sur la voie publique, il faut s'adresser à la commune pour avoir une Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) de la voirie et de stockage. Chaque commune établit un cahier des charges des obligations liées à l'implantation de l'échafaudage (tarif d'occupation éventuelle, balisage, éclairage, protection en pied, alarme…). De même, la mise en place d'échafaudages sur un domaine privé ne peut être faite qu'avec l'accord, de préférence écrit, du propriétaire dudit domaine privé.

3. MATÉRIAUX

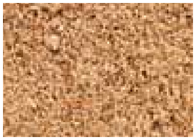
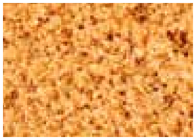
Les principaux constituants d'un mortier pour enduits sont :
- des granulats minéraux,
- des liants,
- de l'eau.

Il peut être ajouté d'autres composants tels que des adjuvants, des résines, des colorants et des additifs.

3.1. Granulats (NF EN 13139)

Les granulats qui peuvent composer un enduit sont de trois ordres :
- le filler*,
- les sables,
- les gravillons.

Tous les granulats sont désignés en termes de classes granulaires d/D
- d : correspond à l'ouverture en mm du tamis inférieur
- D : correspond à l'ouverture en mm du tamis supérieur

SABLES				GRAVILLONS	
*Fines**	*Fins (sablons)*	*Moyens*	*Gros*	*Mignonette*	*Classique*
0 à 0,063 mm	*0 à 1 mm*	*0 à 2 mm*	*0 à 4 mm*	*5 à 10 mm*	*5 à 16 mm*

Les fillers* sont des additions servant à modifier certaines propriétés des enduits. On les trouve sous forme de poudre et sont de nature généralement minérale.

Le sable est composé de granulats fins issus de la désagrégation naturelle ou artificielle d'une roche.

Les mortiers d'enduit sont fabriqués avec des sables de catégorie 2 (NF DTU 26.1) :
- de classes granulaires 0/2 et/ou 0/4 mm,
- avec un taux de fines* ≤ 5%, il est toutefois conseillé d'en avoir de 2 à 5%.

Les gravillons, dans certains cas de restauration d'enduit ancien, peuvent être incorporés au mortier d'enduit.

3.2. Les liants



Mélange sable et chaux

Les liants utilisés dans la composition des mortiers peuvent être :
- les chaux de construction (NF EN 459-1 de mars 2012) ; CL, DL, NHL, HL, FL

Selon la norme, il y a 2 familles de chaux :

<table>
<tr><td rowspan="2">Chaux aérienne</td><td>Chaux calcique (CL)
La chaux calcique est une chaux aérienne, constituée principalement d'oxyde de calcium et/ou d'hydroxyde de calcium, sans addition hydraulique ou pouzzolanique.</td></tr>
<tr><td>Chaux dolomitique (DL)
La chaux dolomitique est une chaux aérienne, constituée principalement d'oxyde de calcium magnésium et/ou d'hydroxyde de calcium magnésium, sans aucune addition hydraulique ou pouzzolanique.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Chaux ayant des propriétés hydrauliques</td><td>Chaux hydraulique naturelle (NHL)
La chaux hydraulique naturelle ayant des propriétés hydrauliques produite par la calcination de calcaires (y compris la craie) plus ou moins argileux ou siliceux avec réduction en poudre par extinction, avec ou sans broyage. Elle a la propriété de faire prise et de durcir lorsqu'elle est mélangée à de l'eau et par réaction avec le dioxyde de carbone présent dans l'air (carbonatation). Les propriétés hydrauliques résultent exclusivement de la composition chimique spéciale de la matière première.</td></tr>
<tr><td>Chaux formulée (FL) > Nouvelle Catégorie
La chaux formulée est une chaux ayant des propriétés hydrauliques constituée principalement de chaux aérienne (CL) et/ou de chaux hydraulique naturelle (NHL) avec des matériaux hydrauliques et/ou pouzzolaniques ajoutés. Elle a la propriété de faire prise et de durcir lorsqu'elle est mélangéee à de l'eau et par réaction avec le dioxyde de carbone présent dans l'air (carbonatation).</td></tr>
<tr><td>Chaux hydraulique (HL)
La chaux hydraulique est un liant constitué de chaux et d'autres matériaux tels que le ciment, le laitier de haut fourneau, les cendres volantes, le filler calcaire et autres matières appropriées. Elle a la propriété de faire prise et de durcir en présence d'eau. Le dioxyde de carbone présent dans l'air contribue au processus de durcissement.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">CHAUX NATURELLE
Chaux directement issue de la cuisson du calcaire donnant de la chaux vive puis éteinte</td><td colspan="2">CHAUX MELANGÉE
Liant à base de chaux, produit par mélange de différents constituants (chaux aériennes et/ou hydrauliques naturelles, ciment, clinker, pouzzolane, adjuvants, colorants, filaires…)</td></tr>
<tr><td>Calcaire</td><td>Calcaire siliceux</td><td colspan="2">Mélange</td></tr>
<tr><td>CHAUX AÉRIENNE
Chaux Calcique
CL
Chaux Dolomitique
DL</td><td>CHAUX HYDRAULIQUE NATURELLE
NHL 2
NHL 3,5
NHL 5</td><td>CHAUX HYDRAULIQUE
HL 2
HL 3,5
HL5
Le fabricant n'a pas l'obligation de déclarer la composition du produit</td><td>CHAUX FORMULÉE
FL 2 (A, B ou C)
FL 3,5 (A, B ou C)
FL 5 (A, B ou C)
Le fabricant a l'obligation de déclarer la composition du produit</td></tr>
<tr><td>Chaux aérienne</td><td colspan="3">Chaux ayant des propriétés hydrauliques</td></tr>
</table>

La chaux aérienne se combine et durcit lentement avec le dioxyde de carbone présent dans l'air. C'est ce que l'on appelle la carbonatation.

La chaux hydraulique naturelle fait sa prise à l'eau puis durcit lentement avec le dioxyde de carbone présent dans l'air.

- les ciments courants (NF EN 197-1) - CEM I à CEM V
- les ciments à maçonner (NF EN 413-1) - MC 12,5 et 22,5
- le ciment prompt naturel (NF P 15-314) - CPN
- le plâtre gros de construction (NF B 12-301) - PGC

3.3. L’eau

L’eau employée pour le gâchage doit être propre et exempte de particules organiques et autres pollutions. Elle doit être conforme à la norme NF EN 1008. Par exemple, l’eau potable du réseau convient.

3.4. Les adjuvants, résines et colorants

Les adjuvants sont utilisés pour agir temporairement ou définitivement sur l’enduit. Ils peuvent avoir un rôle de plastifiant, d’hydrofuge, d’accélérateur ou de retardateur de prise… Déjà présents dans les produits formulés, leur ajout n’est pas autorisé sauf avec l’accord du fabricant.

Des résines peuvent être ajoutées à l’eau de gâchage du mortier lors de l’application du gobetis* ou du sous enduit*. Le rôle essentiel de ces résines est d’améliorer l’accrochage.

Les colorants (NF EN 12878) sont des pigments minéraux.

4. TRAVAUX SUR SUPPORTS NEUFS SUIVANT DTU 26.1

Abréviations utilisées dans la suite du texte :

Support
Rt : Résistance à la traction du support (Rt 1, Rt 2 ou Rt 3)

Mortier
OC (One Coat) : mortier d’enduit monocouche (OC1, OC2 ou OC3)
GP (General Purpose) : mortier d’enduit d’usage courant (enduit traditionnel)
CR (ColorRenders) : mortier d’enduit de parement
LW (LigthWeight) : mortier d’enduit allégé
R (Resistant) : mortier d’enduit d’assainissement
T (Thermal) : mortier de conductivité thermique

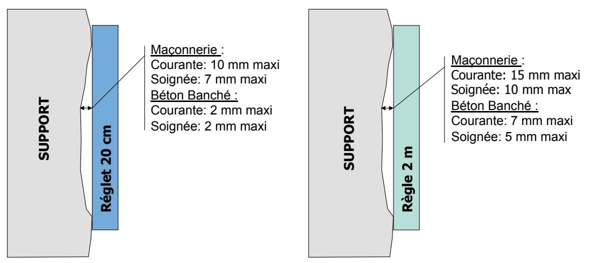
Caractéristiques
CS (Compressive Strength) : résistance mécanique
W (Water) : absorption d’eau par capillarité
T (Thermal) : conductivité thermique

Chaux
CL (Calcic Lime) : chaux calciques
DL (Dolomitic Lime) : chaux dolomitiques
NHL (Natural Hydraulic Lime) : chaux hydrauliques naturelles
HL (Hydraulic Lime) : chaux hydrauliques
FL (Formulated Lime) : chaux formulées

Ciments et ciments à maçonner
CEM (Cement) : ciment courants (CEM I à CEM V)
CPN (Ciment Prompt Naturel)
MC (MasonryCement) : exemple MC 12,5

4.1. Réception / Tolérances / Homogénéité du support

On distingue les maçonneries soignées des maçonneries courantes par des tolérances de planéité :



	Eléments de maçonnerie (bloc béton, brique de terre cuite, bloc de béton cellulaire…)		Béton banché	
	Soignée	Courante	Soignée	Courante
Règles de planéité du support	10 mm / 2 m 7 mm / 20 cm	15 mm / 2 m 10 mm / 20 cm	5 mm / 2 m 2 mm / 20 cm	7 mm / 2 m 2 mm / 20 cm

La maçonnerie homogène est constituée de matériaux et éléments de même nature[1], utilisés en particulier pour leur cohésion, leur résistance au cisaillement et leur porosité qui conditionnent la compatibilité mécanique des enduits (cf. NF DTU 20.1).

Une maçonnerie hétérogène est une maçonnerie « non homogène ». On distingue :

- **Hétérogénéité généralisée :** maçonnerie montée à joints très épais (supérieurs à 15 mm selon NF DTU 26.1) et/ou composée de matériaux différents.
- **Hétérogénéité ponctuelle :** maçonnerie comportant localement des éléments tels que poteaux, linteaux ou chainages béton.

4.2. Classification des supports

Il est d'usage de classer les supports en fonction de leur résistance à la traction, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Type de maçonneries	Classe de résistance et résistance à la traction de l'élément de maçonnerie NF EN 1015-2 et NF DTU 26.1		
Blocs de béton cellulaire	Rt 1	0,4 MPa ≤ Rt < 0,6 MPa	Réduite
Blocs de béton de granulats légers	Rt 2	0,6 MPa ≤ Rt ≤ 0,8 MPa	Moyenne
Briques de terre cuite			
Blocs de béton de granulats courants	Rt 3	Rt > 0,8 MPa	Élevée

Ce classement a une incidence sur le choix et le dosage de l'enduit.

4.3. Caractéristiques des mortiers durcis (NF EN 998-1)

Propriétés	Catégories	Valeurs
Résistances en compression	CS I	0,4 à 2,5 MPa
	CS II	1,5 à 5 MPa
	CS III	3,5 à 7,5 MPa
	CS IV	≥ 6 MPa
Capillarité	W2	$C \leq 0,2\ Kg/m^2.\ min^{0,5}$
	W1	$C \leq 0,4\ Kg/m^2.\ min^{0,5}$
	W0	Non spécifié
Conductivité thermique	T1	Λ ≤ 1 W/m.K
	T2	Λ ≤ 2 W/m.K

4.4. Préparation

Le maçon en charge de l'exécution de l'enduit doit faire une reconnaissance du support, en vérifiant sa nature : s'il est sain, plan, propre et sec. Il contrôle si les balèvres sont abattues, les désaffleurements* corrigés, les joints arasés, les trous bouchés, les huiles de décoffrage et efflorescences* nettoyées.

Les conseils du pro : *Tout produit pouvant nuire à l'adhérence de l'enduit doit être éliminé. Tous les scellements des éléments de façade (gonds, garde-corps, store banne…) auront été réalisés au préalable de l'enduction*.*

Il est conseillé que cette reconnaissance du support soit faite en présence du client car tout travail d'enduit commencé induit l'acceptation du support.

En complément des travaux de préparation de base pour la réalisation d'enduit, des travaux complémentaires peuvent être indispensables comme, par exemple, arase sous toiture, appui de fenêtre, ancien conduit de cheminée à traiter... Ces travaux doivent être chiffrés et validés par le client (devoir de conseil).

[1] *On entend par « un matériau de maçonnerie de même nature » un élément possédant à la fois les deux caractéristiques suivantes :*
- être à la base du même matériau (béton de granulat courant, béton cellulaire, béton de granulat léger, terre cuite, pierre naturelle)
- posséder la même structure (exemple : structure pleine, structure alvéolée) (cf. chapitre 6.3.2 du NF DTU 20.1 P 1-1)

4.5. Mise en œuvre

4.5.1. Prescriptions communes à tous les enduits

Les enduits minéraux peuvent être exécutés lorsque la température est comprise entre :
- + 5°C et + 30°C pour les mortiers contenant un liant hydraulique,
- + 8°C et + 30°C pour les mortiers à base de chaux et les enduits colorés de finition décorative (NF DTU 26.1).

En période chaude, il est conseillé d'appliquer l'enduit sur les façades à l'ombre, en tournant avec le soleil.
En cas de température élevée, il faut protéger l'enduit dès la fin de la mise en œuvre pour éviter une dessiccation rapide risquant d'entraîner le grillage de l'enduit.

4.5.2. Enduit de mortier de recette réalisé sur chantier

Enduit réalisé en plusieurs couches* avec des mortiers de recette fabriqués sur chantier : application de la règle de la dégressivité du dosage en liant de la première à la dernière couche* et de la granulométrie en fonction de la finition*.
Les enduits de soubassement devront être réalisés en mortier de liant pur, à base de ciment, en suivant les règles des différentes couches.

4.5.2.1. Le gobetis*

Nécessaire à l'accroche du corps d'enduit*, le gobetis* est obligatoire en application manuelle. Il n'est pas nécessaire en application mécanique sauf si le support est composé de matériaux hétérogènes.

Type Maçonnerie	Gobetis*	
	Produit	Dosage en liant (kg/m³ de sable sec)
Rt 3	CEM II 42,5 ; 32,5	500 à 600
	CEM II 42,5 ; 32,5 + NHL	250 à 350 + 150
Rt 2	CEM II 32,5	400 à 500
	HL5 ; NHL 5	500
	MC 12,5 ; 22.5	400 à 500
	CEM II 42,5 ; 32,5 + NHL	150 à 250 + 200 à 250
Rt 1	CEM II 32,5 ou MC 12,5	400
	HL ; NHL 3,5 ou 5	350 à 400
	CEM II 42,5 ; 32,5 + NHL	50 à 100 + 300

4.5.2.2. Le corps d'enduit*

Le corps d'enduit* doit être réalisé au moins 48 heures après l'application du gobetis*. En cas de temps frais et humide, ce délai peut être de 7 jours ou plus dans le cas d'enduit à la chaux.

	Corps d'enduit*	
	Produit	Dosage en liant (kg/m³ de sable sec)
Mortier de liant pur Application manuelle ou mécanique	CEM II 42,5 ; 32,5	350 à 450
	MC 12,5	350 à 450
	NHL ou HL 3,5 ou 5	350 à 450
Mortier bâtard Application manuelle (manu) ou mécanique (méca)	CEM II 42,5 ; 32,5 + NHL 3,5 ou 5	100 à 200 + 150 à 350 (manu)
	CEM II 32,5 ou 42,5 + NHL 5 ou 3,5	100 à 200 + 150 à 300 (méca)

4.5.2.3. La finition*

Essentiellement décorative, la couche de finition* est réalisée entre 4 et 7 jours après l'application du corps d'enduit.

	Finition*	
	Produit	Dosage en liant (kg/m³ de sable sec)
Mortier de liant pur Application manuelle ou mécanique	CEM II 42,5 ; 32,5	250 à 350
	MC 12,5 ; 22,5	250 à 350
	NHL, HL 5 ; 3,5 ou 2	200 à 400 (manu) 250 à 400 (méca)
Mortier bâtard Application manuelle (manu) ou mécanique (méca)	CEM II 42,5 ; 32,5 + NHL 5 ; 3,5 ou 2	50 à 100 + 100 à 200 (manu)
	CEM II 42,5 ; 32,5 + NHL 5 ou 3,5	100 à 200 + 150 à 250 (méca)

Il est nécessaire d'employer des ciments de type CEM III ou CEM V/A à label PM-ES ou CEM III à label SR (NF EN 197-1 de juin 2012), en milieu agressif (agricole, marin).

> TRAVAUX NEUFS : ÉPAISSEUR CONSEILLÉE DES COUCHES* DE MORTIER DE RECETTE FABRIQUÉ SUR CHANTIER

	Eléments de maçonnerie (bloc béton, brique de terre cuite, bloc de béton cellulaire…)		Béton banché	
Application	Manuelle	Mécanique	Manuelle	Mécanique
Gobetis*	Inférieure à 5 mm	En fonction de l'homogénéité du support	Enduit de dressement : 5 à 15 mm	
Dégrossi* (gobetis* + corps d'enduit*)	Environ 17 mm (mini 12 mm en tout point)	12 à 15 mm	Enduit de dressement : 5 à 15 mm	
Finition*	5 à 8 mm (3 mm mini en creux d'aspect)	Variable	5 à 8 mm	
Épaisseur totale	20 à 25 mm		15 à 20 mm	

Les conseils du pro :
Le gobetis est réalisé de préférence avec du sable 0/4 mm. Pour l'épaisseur du dégrossi et de la finition*, il est d'usage de ne pas dépasser 3 fois le gros grain de sable par couche*. Un gobetis ne peut pas être réalisé avec le mortier d'enduit monocouche.*

4.5.3. Enduit performanciel (monocouche* et multicouche*)

> CHOIX DE L'ENDUIT EN FONCTION DU SUPPORT

Maçonnerie	Enduit	
Types	Monocouche*	Multicouche*
Rt 3	OC3 - OC2 - OC1	CSIV - CSIII - CSII - CSI
Rt 2	OC2 - OC1	CSIII - CSII - CSI
Rt 1	OC[2] 1	CSII - CSI

[2]*OC induit la caractéristique CS correspondante dans le tableau, plus les caractéristiques W et T.*

> TRAVAUX NEUFS : TOLÉRANCES DU SUPPORT ET ÉPAISSEUR TOTALE DE L'ENDUIT MONOCOUCHE*

	Eléments de maçonnerie (bloc béton, brique de terre cuite, bloc de béton cellulaire…)		Béton banché	
	Soignée	Courante	Soignée	Courante
Règles de planéité du support	10 mm / 2 m 7 mm / 20 cm	15 mm / 2 m 10 mm / 20 cm	5 mm / 2 m 2 mm / 20 cm	7 mm / 2 m 2 mm / 20 cm
Épaisseur de l'enduit	12 à 15 mm	15 à 18 mm	7 à 10 mm	10 à 15 mm
Épaisseur mini	10 mm (Au point le plus saillant du support)		5 mm (Au point le plus saillant du support)	
Épaisseur maxi	25 mm (20 mm pour Rt 1)		15 mm	

Les conseils du pro :
La première passe ne sera pas inférieure à 7 mm et 10 mm pour la finition projetée rustique.

> CHOIX DE L'ENDUIT* PAR RAPPORT AUX SOLLICITATIONS

Sollicitations	Caractéristiques de l'enduit*
Paroi exposée à la pluie	W 2 : faible capillarité
Enduit* descendu jusqu'au sol[3]	W 2 : faible capillarité
Paroi enterrée finition talochée / lissée	CS III et CS IV enduits durs W 2 : faible capillarité
Paroi exposée aux chocs	CS III et CS IV enduits durs
Revêtements durs (revêtements céramiques, pierres...) • en grande surface • plaquettes de parement • en modénature	 CS IV CS III CS III
Murs microporeux ou capillaires (très absorbant)	Rétention d'eau forte Re > 94%

[3]*Par «enduit* descendu jusqu'au sol» on entend tout enduit* ayant une faible capillarité W2 pouvant être appliqué jusqu'à -30 cm de profondeur. Cette partie sera refermée en surface par lissage ou talochage et pourra éventuellement se situer jusqu'à 15 cm du sol fini où une coupure de capillarité sera réalisée avec le tranchant de la truelle de façon rectiligne.*

Réalisation de l’enduit monocouche* sur briques creuses

- enduits OC2 ou OC1 recommandés; ces types d’enduits sollicitent moins le support et offrent une plus grande souplesse,
- arrosage du support moins d’une demi-heure avant enduction* ou à l’avancement,
- réalisation en 2 passes* frais sur frais*.

Réalisation de l’enduit monocouche* sur blocs béton de granulats légers

Il faut se référer aux préconisations du fabricant de blocs.

Réalisation sur maçonnerie hétérogène (cf. NF DTU 26.1)

Il est préférable de réaliser uniformément sur l’ensemble des murs, soit une 1ère passe* avec le mortier d’enduit monocouche* adjuvanté au moyen d’un latex préconisé par le fabricant (cf. note du comité façade CSTB du 11/03/2009), soit un gobetis* d’accrochage façon mouchetis fin au moyen d’un mortier spécifique. Il est nécessaire de laisser s’affermir l’enduit entre les 2 passes* (NB : on dit couramment que l’enduit a « Tiré »).

Il est préconisé d’attendre 2 à 7 jours après l’application du gobetis* pour la couche suivante.

Disposition particulière pour les soubassements

Les enduits monocouches* semi-allégés sont généralement de caractéristique CS II, et ne peuvent être appliqués en partie enterrée. Il est conseillé d’utiliser en soubassement un enduit d’imperméabilisation spécialement destiné à cet usage de classification CS III minimum et W2. Pour la partie de rejaillissement (les 15 cm minimum au-dessus du sol fini, remontant jusqu’à la coupure de capillarité, cf. chapitre 5.1.2 du NF DTU 20.1P1-1 et voir schéma page suivante), il est préférable de faire une finition « talochée » fin pour en faciliter le nettoyage.

Les conseils du pro :

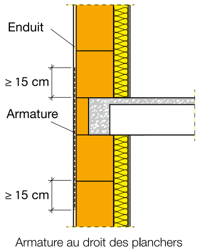
L’état de surface de la partie inférieure est recommandé «taloché» fin pour en faciliter son entretien.

Disposition pour l’emploi de mortiers performanciels en multicouche

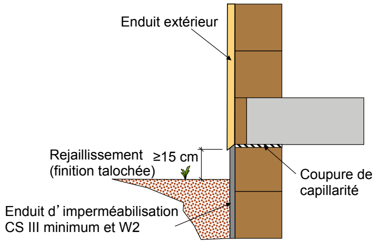
Pour le gobetis*, il peut être fait usage d’un mortier performanciel spécifique. Il n’est pas nécessaire si le corps d’enduit est projeté mécaniquement sur un support homogène.

Pour le corps d’enduit, il peut être fait usage d’un mortier performanciel de type GP et pour la finition, d’un mortier performanciel de type CR.

4.6. Traitement des points singuliers



Nez de plancher



Rejaillissement

Les trames ont pour vocation de minimiser le risque de fissures à l’endroit où les contraintes du support sont maximales (raccordement de matériaux de nature différente, abouts de planchers, angles d’ouverture).





Une protection de la tranche supérieure de l’enduit doit être mise en œuvre afin de le protéger du risque d’infiltration. Pour cela, on pourra utiliser des couronnements ou chaperons munis d’un dispositif assurant l’écartement des eaux de pluie.

Les joints fonctionnels de construction doivent être prolongés dans l’enduit à l’aide de dispositifs adaptés.

À la jonction pan de toiture/mur, il faut vérifier que la bande à solin réalisée par le couvreur soit solidaire de la maçonnerie en ayant un dispositif d’accroche de l’enduit ou d’arrêt avec larmier.



5. TRAVAUX SUR SUPPORTS ANCIENS (AVANT 1948) HORS DTU

5.1. Reconnaissance et mixité du support

Accepter le support : dans le bâti ancien, la **seule règle d'acceptation du support** est qu'il doit être stable. Les fissures, les flambements et les gonflements dans les murs, qui pourraient causer des problèmes de structure, doivent être recherchés et résolus. Concernant la planimétrie, il n'existe pas de notion de tolérance de planéité sur le bâti ancien. Il est même préférable de conserver les imperfections de planéité existantes en veillant à ne pas les accentuer.

Il existe deux alternatives :

- le support est de qualité satisfaisante, on procède à la réalisation de l'enduit en respectant les règles de l'art,

- le support présente des défectuosités, il faut effectuer un travail préparatoire avant la réalisation de l'enduit*.
  - o En cas de problème structurel de maçonnerie (gonflement, flambement, fissures et lézardes…), un diagnostic avec l'aide d'un bureau d'étude devra être fait. Ensuite, le maçon procèdera au remaillage de cette maçonnerie ou injectera des coulis de renforcement dans les vides de la maçonnerie de pierre. Le cas échéant, des tirants pourront être mis en place.

Lors des **interventions d'autres corps d'état**, celles-ci devront être planifiées et coordonnées avant la réalisation de l'enduit des supports.

Lors de la reconnaissance, on va rencontrer différents types de supports :

- **support homogène**
  - o pierre tendre, semi dure ou dure,
  - o terre crue (pisé, adobe, torchis),
  - o brique de terre cuite,
  - o béton, béton cellulaire,
  - o parpaing de mâchefer.

- **support hétérogène en partie courante**
  On est en présence de matériaux constructifs de nature et de comportement différents :
  - o façade à pan de bois,
  - o mur en pierre avec encadrement de baie en bois,
  - o mur de maçonnerie mixte (galets / briques ; craie / briques).

- **support hétérogène par la présence d'un soubassement,** réalisé avec un autre matériau que la partie courante (soubassement en pierre et élévation en pisé).

5.2. Préparation



- Veiller à assurer l'adhérence de l'enduit :
  - o piquage sur les zones lisses,
  - o grattage des fonds de joint, par exemple, en présence de végétaux, dépoussiérage,
  - o mouillage plus ou moins important en fonction de la nature du support,
  - o ré-humidification avant l'application.
- Remaillage et renformis* si nécessaire (bombement, murs hétérogène…)

5.3. Choix de l'enduit* / du liant en fonction du support

5.3.1. Support homogène

Support	Liant		
	Conseillé	**Acceptable**	**À éviter**
Pierre maçonnée à la terre	NHL 2 et 3,5 Chaux aérienne	HL 2 ou FL 2	Ciment et MC
Pierre maçonnée à la chaux	NHL 2 et 3,5 Chaux aérienne	HL 2 et 3,5 ou FL 2 et 3,5	Ciment et MC
Pierre hourdée au plâtre	MPC (mortier plâtre et chaux aérienne)	NHL 2 (en intérieur)	Ciment et MC
Pierre maçonnée au ciment naturel (19^{e}s)	NHL 2 ; 3,5 et 5	HL 5 ou FL 5	Chaux aérienne
Terre crue (pisé, adobe, torchis)	NHL 2 et 3,5 Chaux aérienne	HL 2 ou FL 2	Ciment et MC et HL 5
Briques en terre cuite pleine	NHL	HL ou FL	Ciment et MC
Béton (avant 1948)	Ciment et MC	HL 5 ou FL 5	Chaux aérienne
Parpaing de mâchefer[4]	HL 5 ou FL 5 et NHL 5 ou 3,5		Chaux aérienne

[4] Utilisation d'enduit grillagé (galvanisé ou similaire) quel que soit le matériau

5.3.2. Support hétérogène en partie courante

En présence de matériaux constructifs de nature et de comportement différents, une attention particulière doit être portée à :

- **l'adhérence :** pour la réalisation d'un enduit sur façade à pan de bois, il faut recréer l'adhérence sur l'ensemble du support par piquetage et hachage du pan de bois,
- **la présence de matériaux de nature différente :** la réalisation de l'enduit doit se faire en trois couches. Le gobetis* sera réalisé en chaux NHL de la classe adaptée au support, éventuellement on pourra ajouter un treillis à la jonction des matériaux.

5.3.3. Les soubassements

On rencontre deux types de soubassements :

- ceux qui sont de même nature que l'élévation mais nécessitant une résistance au rejaillissement plus importante,

- ceux dont la nature est différente de l'élévation.

Pour le traitement, si l'appareillage et la qualité de la pierre le permettent, on privilégie le rejointoiement pour favoriser les échanges hygrométriques. Dans les autres cas, on effectue l'enduisage du soubassement en privilégiant l'utilisation d'un mortier bâtard (4/5 NHL + 1/5 CNP) qui conservera les échanges hygrométriques et dans le cas d'un soubassement nécessitant le même aspect de finition* que l'élévation, on pourra utiliser les indications du tableau ci-dessous :

Soubassement	Liant		
	Conseillé	Acceptable	À éviter
Pierre tendre (calcaire…)	NHL 2 et 3,5, chaux bâtardée (aérienne + NHL)	NHL 5	CEM, MC et chaux aérienne (seule)
Pierre ferme (grès…)	NHL 3,5	HL 3,5 ou FL 3,5	CEM, MC et chaux aérienne
Pierre dure (silex…)	NHL 3,5 et 5	HL 3,5 et 5 ou FL 3,5 et 5	CEM, MC et chaux aérienne

Si le mortier de hourdage est friable ou de faible résistance, on choisit des chaux naturelles faiblement hydrauliques (NHL 2 et 3,5).

5.3.4. Mise en œuvre / Réalisation de l'enduit

- Préparation de l'enduit (dosage) :

o Enduit de recette fait sur chantier : pour ce type d'enduit, des échantillons de convenance, présentés au client, valident l'aspect de finition et la couleur. Il est conseillé d'en faire au moins trois d'un m^2 *in situ*. On peut ainsi « jouer » avec les différents dosages en sables et chaux, ce qui permet de tester l'adhérence en sonnant l'enduit à la main.

Support	Dosage		
	Renformi	Corps d'enduit	Finition*
Pierre maçonnée à la terre	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 3 Vol de Sable 0/4 1 Vol de Mignonette 4/10	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 4 Vol de Sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou CL/DL 4 Vol Sable 0/4 ou 0/2 ou mélange 0/4 et 0/2
Pierre maçonnée à la chaux	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 3 Vol de Sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 3 Vol de Sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou CL/DL 4 Vol Sable 0/4 ou 0/2 ou mélange 0/4 et 0/2
Pierre hourdée au plâtre	Mortier Plâtre et Chaux (MPC) : 3 vol de plâtre gros, 1 vol de chaux aérienne et 2 vol de sable		
Pierre maçonnée au ciment naturel (19^{e}s)	1 Vol de NHL 3,5 ou 5 3 Vol de Sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 3 Vol de Sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 4 Vol Sable 0/4 ou 0/2 ou mélange 0/4 et 0/2
Briques en terre cuite pleine	1 Vol de NHL 3,5 ou 5 3 Vol de Sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 3 Vol de Sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 4 Vol Sable 0/4 ou 0/2 ou mélange 0/4 et 0/2

Support	Dosage		
	Gobetis*	**Corps d'enduit**	**Finition***
Béton (avant 1948)	1 Vol de Ciment ou MC 1 Vol de sable 0/4	1 Vol de NHL, FL, HL 3,5 ou 5 2,5 Vol de sable 0/4	1 Vol de NHL, FL, HL 3,5 ou 5 3 Vol de sable 0/4 ou 0/2 ou mélange 0/4 et 0/2
Parpaing de mâchefer [5 6]	1 Vol de NHL, FL, HL 3,5 ou 5 1 Vol de sable 0/4	1 Vol de NHL, FL, HL 3,5 ou 5 3 Vol de sable 0/4	1 Vol de NHL, FL, HL 3,5 ou 5 4 Vol de sable 0/4 ou 0/2 ou mélange 0/4 et 0/2

Support	Dosage			
	Lait d'humidi-fication	**Gobetis***	**Corps d'enduit**	**Finition***
Terre crue[6] **(pisé, adobe, torchis)**	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 5 à 10 Vol d'eau	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 1 Vol de sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 3 Vol de sable 0/4	1 Vol de NHL 2 ou 3,5 ou chaux aérienne 4 Vol sable 0/4 ou 0/2 ou mélange 0/4 et 0/2

[5] *Utilisation d'enduit grillagé (galvanisé ou similaire) quel que soit le matériau.*
[6] *Sur des supports en terre, il est préférable de ne pas dépasser 15 mm d'épaisseur totale de l'enduit.*

- **Enduit* performanciel :** il faut se référer aux prescriptions des fabricants (fiches techniques des produits).
- **Conditions climatiques :** il est recommandé de travailler par temps couvert non venté et à des températures comprises entre 8 et 25°C (surtout pour les teintes soutenues). Les périodes idéales sont le printemps et le début de l'automne.
- **Il est recommandé de respecter les délais de séchage entre l'application des différentes couches.** Une couche est dite « sèche » lorsque son aspect de surface est visuellement uniforme.

Dans le cas de la réparation et uniquement si l'enduit existant est à la chaux, les gravats de l'enduit piqué doivent être conservés pour resservir de granulat pour le nouvel enduit. Il sera moins dosé en raison de la présence de fine de l'ancienne chaux. Ce recyclage apporte des avantages au niveau environnemental par la limitation des déchets.

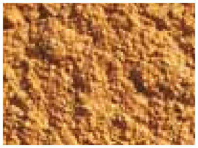
6. TYPES DE FINITION*

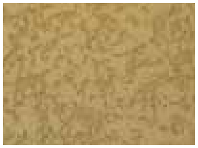
Des couleurs de façade peuvent être imposées au niveau local, il convient de vérifier les teintes autorisées auprès des services compétents. Généralement, la nature des sables régionaux détermine les teintes des enduits. Traditionnellement, l'enduit était recouvert par un badigeon coloré par des pigments locaux.
La réglementation définit un niveau maximum en termes d'absorption solaire, à savoir un coefficient de 0,7.
Les mortiers de teintes soutenues présentent un risque accru de nuançage.

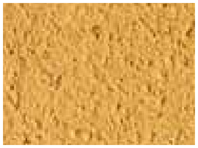
Les valeurs indicatives des coefficients d'absorption solaire sont :

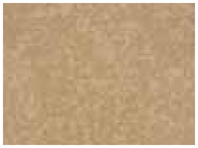
Blanc, beige	0,2 à 0,3
Ocre jaune ou rouge, jaune, orange, brun clair	0,3 à 0,5
Rouge, vert clair ou bleu clair, gris	0,5 à 0,7
Brun, vert sombre ou bleu sombre	0,7 à 0,9
Bleu foncé, brun sombre, noir	0,9 à 1

Les aspects de finition*

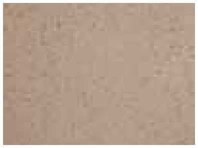

brut / projeté


écrasé


gratté


lissé


taloché


vieillie éponge

Les conseils du pro :
Afin de réaliser une finition à l'éponge, il faut travailler avec une éponge bien rincée pour éviter l'apparition d'efflorescences*.*
Éviter le « mitage » : pierres ponctuellement apparentes en façade au milieu d'un enduit.
Dans le cas de chaîne d'angle apparente, il faut privilégier une finition de l'enduit qui vient mourir sur la pierre plutôt qu'une surépaisseur.

7. UTILISATION DES ACCESSOIRES

> LES CORNIÈRES MÉTALLIQUES

Les cornières métalliques sont utilisées pour les renforts d'angles et arrêts des enduits. Elles doivent être conformes à la norme NF EN 13.658-2 pour la réalisation des enduits extérieurs.

Exemples de cornières métalliques :

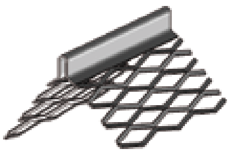
Les profilés sans jonc PVC doivent être recouverts d'au moins 3 à 4 mm d'enduit.

Les cornières métalliques (notamment pour la finition grattée) sont protégées par un jonc PVC d'une épaisseur d'au moins 1 mm.

L'aile de la cornière (déployée, perforée ou fil) est noyée dans l'enduit. Il doit avoir un recouvrement sur la maçonnerie d'au moins 25 mm.



Arête en métal déployé avec jonc largeur d'aile 48 mm



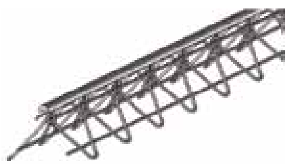
Arête en métal déployé sans jonc largeur d'aile 48 mm



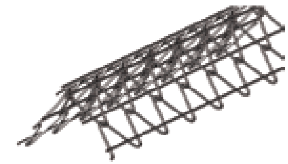
Arête en métal perforé avec jonc largeur d'aile 48 mm



Arête en métal perforé sans jonc largeur d'aile 48 mm



Arête en fils soudés avec jonc largeur d'aile 42 mm ou 62 mm



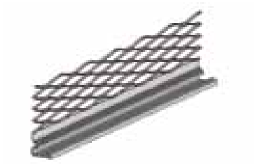
Arête en fils soudés sans jonc largeur d'aile 42 ou 62 mm

> LES PROFILÉS MÉTALLIQUES ACCESSOIRES DE FAÇADE

- Les séparateurs d'enduits

Les séparateurs d'enduits permettent de créer des surépaisseurs (> à 10 mm si l'enduit est appliqué en deux couches espacées d'au moins 48 heures), mais la surépaisseur ne doit pas excéder 25 mm. Si l'enduit est réalisé en une seule couche, la surépaisseur des parties en saille est limitée à 10 mm.

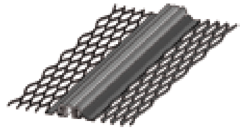
Les séparateurs d'enduits permettent de fractionner l'enduit et de réaliser des arrêts verticaux (tableaux, séparation de deux couleurs d'enduits différentes…)



Séparateur d'enduit déployé

- Les joints de dilatation

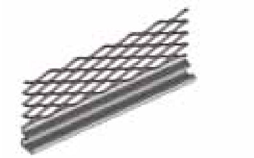
Les joints de dilatation verticaux pour façades permettent d'absorber d'amples mouvements multidirectionnels. Les parties latérales sont noyées dans l'enduit. Les joints de dilatation sont pris en compte dans la détermination du fractionnement.



Joint de dilatation

- Les départs d'enduits

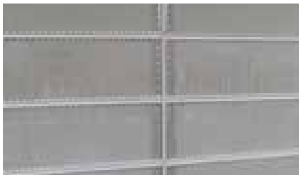
Les profilés, utilisés horizontalement à l'extérieur (départ d'enduit en pied de mur), possèdent une inclinaison pour assurer l'écoulement et le rejaillissement des eaux de pluies.



Départ d'enduit déployé avec inclinaison de 110°

- Autres accessoires de façades

- o Joints horizontaux : profilé en PVC rigide, acier galvanisé ou tôle laquée.
- o Joints verticaux : couvre-joint en PVC rigide ou aluminium.
- o Joints creux : permet de réaliser des fractionnements (en PVC, inox, alu anodisé ou alu laqué).
- o Cornières métalliques cintrables permettant de réaliser toutes formes de cintres (demi rond, œil de bœuf).





Exemple d'utilisation d'accessoires pour réaliser un décor

> INSTRUCTIONS DE POSE

Il faut choisir le profilé en fonction de son rôle et de son emplacement sur le chantier :
- profilés pour angle,
- profilés pour tableau,
- profilés pour fractionnement ou arrêt,
- profilés pour soubassement ou départ d'enduit.

La fixation des profilés pour enduit extérieur se fait avec un enduit hydraulique. Il est vivement recommandé de couper les profilés à la cisaille à main afin de protéger la galvanisation.

Conseils de pose des profilés de façades :

Enduit* performanciel	Enduit* recette
Pose sur support directement	Pose après le gobetis*

> CONSEIL DE CHOIX DE PROFILÉS

Le tableau ci-dessous ne limite pas l'utilisation des profilés, mais signale les incompatibilités entre les substances présentes dans les mortiers ou enduits avec le zinc ou autres matières.

Il conviendra de :
- vérifier la compatibilité du profilé avec l'enduit*,
- vérifier l'incidence de l'ajout d'additifs (accélérateurs de prise contenant des agents chlorés, pigments dans les enduits de base, certains enduits ne relevant pas de la généralité de la famille) qui pourraient présenter des incompatibilités avec les profilés Galva Z275,
- utiliser des profilés avec jonc PVC en finition gratté,
- découper les profils à l'aide d'outils adaptés (cisaille à tôle…).

Mise en œuvre des profilés :
- garnir l'angle en mortier,
- vérifier la compatibilité du mortier avec l'enduit de finition, la qualité du profilé dans le cas d'utilisation de mortier de fixation.

	Tableau de compatibilité entre profilés et enduits.		Profilés métalliques pour enduits* extérieurs conformes à la norme EN 13658-2				
	Types d'enduits selon le DTU 26.1 P1-12 et EN 998-1		Galva Z275	Galva+Jonc PVC	Galva+Epoxy	Aluminium	Inox
	Types	**Désignation**					
Mortiers de protection et de décoration de façades neuves	OC	Mortiers d'enduit monocouche*	X*	X	X	-	X
	GP	Mortiers de sous-enduit	X	-	X	-	X
	CR	Mortiers d'enduit minéral décoratif	X*	X	X	-	X
	LW	Mortiers d'enduit allégé	-	X	X	-	X
Enduits* de restauration du bâti ancien et de rénovation de murs et façades	R	Mortiers d'enduit d'assainissement	-	X	X	-	X
	GP	Mortiers de sous-enduit	X	-	X	-	X
	CR	Mortiers de parement	X	-	-	-	X
	MPC	Mortiers de plâtre et de chaux aérienne	X*	X	X	-	X
		Enduits* de parement organique	-	X	X	X	X
		Mortiers de restauration de la pierre	X*	X	X	-	X
Isolation thermique par l'extérieur à base d'enduits (ITE)		Mortier d'enduit* armé	-	-	X	X	X
		Enduits* organiques minces de parement	-	-	X	X	X
		Enduits* minéraux épais décoratifs	X	X	X	X	X

Ce tableau a été élaboré avec le syndicat Europrofiles.
(X) : l'emploi des arêtes Galva Z275 sans jonc pvc n'est possible que s'il s'agit de finitions non grattées.*

8. COMMENT ÉVITER LES DÉSORDRES

DÉSORDRE	SYMPTÔMES	CAUSES	PRÉCONISATION
CLOQUAGE	Boursoufflure ponctuelle de l'enduit*	Humidité dans le support Manque de porosité de l'enduit*	Rechercher la cause de l'humidité excessive et y remédier en asséchant le mur par exemple
DÉCOLLEMENT	Enduit sonnant le creux, enduit qui tombe par plaque	Mauvaise adhérence Pourrissement du support	Bien préparer le support (dépoussiérage) et humidifier avant application de l'enduit ou application d'un primaire d'accrochage
EFFLORESCENCE	Dépôt blanchâtre à la surface de l'enduit	Forte hygrométrie associée à une porosité élevée de l'enduit, et température basse	Respecter les températures d'application, éviter la réalisation de l'enduit à température basse et par temps humide
ECCAILLAGE	Petit décollement d'enduit* sous forme d'écailles	L'eau présente dans l'enduit a subi l'effet du gel	Éviter l'application de l'enduit par risque de gel
FAIENÇAGE	Ensemble de microfissures disposées en mailles régulières fermées	Retrait superficiel trop important ou trop rapide du fait d'une remontée de liant en surface après talochage excessif Surdosage en liant Séchage trop rapide	Ne pas trop doser en liant et usage du bon outil (utiliser une taloche en bois)
FARINAGE	Formation pulvérulente et non adhérente à la surface de l'enduit*	Évaporation trop rapide de l'eau avant la prise	Ne pas travailler en plein soleil et par temps venteux
FISSURATION	Fente visible à la surface d'un enduit (entre 0,2 et 2 mm)	Jonction entre deux matériaux différents ou mouvement de structure	Tramer le corps d'enduit à la jonction aux points singuliers
FISSURATION D'AFFAISSEMENT	Petite fissure horizontale en vaguelette	Surcharge de l'enduit*, épaisseur trop importante d'une couche*	Respecter les épaisseurs et la granulométrie, et ne surtout pas surcharger une couche*
GONFLEMENT	Boursouflure importante située à un endroit précis du mur	Réaction chimique à l'intérieur du mur entre plusieurs types de matériaux entraînant un gonflement du support	Bien diagnostiquer et analyser la nature du support et employer le liant approprié
MICRO-FISSURATION	Craquelure superficielle des enduits plus ou moins rectiligne (inférieure à 0,2 mm)	Pourcentage de fines* argileuses trop important dans la couche de finition ou surdosage en liant	Respecter les dosages préconisés et tester la granulométrie du sable
NUANÇAGE	Variation de couleur ou d'aspect sur une même façade	Irrégularité dans la préparation du mélange et/ou dans l'application de l'enduit. Peut-être aussi dû aux variations du support	Respecter scrupuleusement le dosage en eau et les températures d'application Attendre le séchage complet du corps d'enduit* avant la réalisation de la finition*

DÉSORDRE	SYMPTÔMES	CAUSES	PRÉCONISATION
SALISSURE	Trainées de couleurs diverses	Pollution atmosphérique ou rejaillissement de terre en soubassement ou présence de micro-organisme ou absence de protection des tranches de murs	Mettre les protections adéquates de rejaillissement
SALPÊTRE	Cristaux blancs laineux de nitrate de potassium qui se développent à la base des vieux murs	Remontées capillaires	Respecter la coupure de capillarité de 15 cm au-dessus du niveau du sol, traiter le mur, ventiler les bas de murs
SPECTRE	Apparition des joints de la maçonnerie au travers de l'enduit	Manque d'épaisseur de l'enduit ou qualité des remplissages des joints de maçonnerie	Bonne préparation du support, respecter le nombre de couches* et leurs épaisseurs
TÂCHE DE BISTRE	Mouchetage brun	Non étanchéité du conduit de cheminée	Mettre un inhibiteur de fond avant l'application de l'enduit*
TÂCHE DE GRANULATS	Piquetages de couleurs	Granulats contenant des veines de pyrite	Vérifier la nature des granulats et au besoin les changer

9. DÉMARCHES VOLONTAIRES, CONTRACTUELLES ET ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

9.1. Assurances

Au regard de la loi, les artisans du bâtiment sont réputés « Constructeurs », et ils relèvent du dispositif Spinetta, loi du 4 janvier 1978. Cette loi énonce un principe de présomption de responsabilité avec assurance obligatoire.

IL EST IMPORTANT DE DÉCLARER EXACTEMENT VOS ACTIVITÉS À VOTRE ASSUREUR.

9.2. Certification des produits

Le marquage CE des produits de la construction (Marquage CE Norme NF EN 998-1 enduit performanciel et les normes des constituants des mortiers de recette).

Le marquage CE est un droit de circuler en Europe, ce n'est pas une marque de qualité.

Le marquage CE est un marquage réglementaire obligatoire destiné principalement aux autorités de surveillance du marché des États Membres de l'U.E (en France : la DGCCRF, les DRIRE et les Douanes). Il est apposé sous la responsabilité du fabricant ou de l'importateur. Un marquage informatif (sur produits, emballage ou documentation) précise les caractéristiques réglementaires déclarées par le fabricant et ne couvre pas toutes les caractéristiques d'aptitude à l'emploi des produits.

Les marques de qualité :
1- La certification de produits (Marques NF) pour les constituants des mortiers de recette
Les marques NF garantissent que les caractéristiques des produits ont été vérifiées par un organisme tiers impartial et qu'elles sont respectées de façon continue par le fabricant ou le producteur. Les marques NF certifient que les caractéristiques des produits sont conformes aux exigences des normes « produits » en vigueur et aux exigences complémentaires de référentiels performants. Les produits certifiés NF constituent le plus haut niveau de garantie d'aptitude à l'emploi.

2- CSTB CERTIFIED pour les enduits performanciels
La certification CERTIFIÉ CSTB CERTIFIED est destinée à attester de la conformité des produits de construction à des spécifications techniques définies dans un référentiel de certification.
Il est préférable d'utiliser des produits certifiés.
Il existe d'autres labels et certifications portant des critères plus spécifiques tel que l'aspect environnemental comme l'Eco Label Vert.

9.3. Signes et marques de qualité

Les entreprises artisanales peuvent bénéficier de signes de reconnaissance permettant d'identifier et de valoriser leur savoir-faire suivant les besoins et attentes spécifiques des entreprises artisanales. Ainsi, différents signes et marques de qualité existent : identification, appellation, qualification, marque professionnelle et certification.

Identification : auto-déclaratif, un certificat ou une carte d'identité mentionne les compétences et références de l'entreprise. Le CIP et le CIP patrimoine sont des certificats d'identification délivrés par la CAPEB.

Appellation professionnelle : c'est une attestation de compétence dans un domaine d'activité donné.

Marque professionnelle : c'est un signe distinctif qui sert à reconnaître un produit, une entreprise. La CAPEB a mis en place les marques professionnelles suivantes : AB5, ECO Artisan®, Handibat.

Qualification : elle est fondée sur les capacités techniques de l'entreprise et est délivrée par un organisme de qualification (QUALIBAT).

10. ENTRETIEN DES FAÇADES

Pour la pérennité de l'enduit et par conséquent de l'ouvrage, une façade s'entretient par un nettoyage régulier, un contrôle des protections et une vérification de l'état des joints.

Pour le nettoyage, il ne faut pas utiliser de produits agressifs type détergeant et il faut proscrire le nettoyage à haute pression pour éviter de dégrader l'enduit.

Sur les enduits plâtre et chaux, il faut faire un nettoyage à sec, réalisé de préférence par un professionnel (gommage).

En complément de l'enduit, des produits préventifs pourront être appliqués comme des anti-graffitis et anticryptogamiques (algicide / fongicide). Ces produits peuvent être appliqués uniquement sur un support parfaitement sec (2 à 3 mois après application de la finition).

11. GLOSSAIRE

Couche : partie d'enduit obtenue après durcissement d'un mortier frais, appliqué en épaisseur déterminée sur le support. Une couche peut comporter plusieurs passes.

Corps d'enduit ou sous enduit : c'est la couche la plus épaisse de l'enduit qui assure l'essentiel de l'imperméabilisation du support, située avant la couche de finition, elle est dressée et rugueuse.

Dégrossi : c'est l'enduit dressé qui correspond à l'ensemble des couches du gobetis* et du corps d'enduit.

Efflorescence : c'est un dépôt blanchâtre naturel qui peut se former à la surface d'un enduit en fonction de paramètres divers (hygrométrie, porosité et nature du support).

Enduit : c'est le revêtement de la paroi de maçonnerie brute (support) qui va assurer les fonctions de protection et de finition. Le mortier qui le constitue peut être de deux natures : soit industriel dit « performanciel », soit conçu sur chantier dit « de recette ».

Enduit monocouche : il est réalisé avec un mortier performanciel formulé industriellement prêt à gâcher, appliqué en une seule couche, mais en deux passes* avec le même mortier, voire une passe* pour certaines finitions.
On distingue les enduits monocouches :

- o OC1 enduit monocouche à faibles caractéristiques mécaniques compatible avec le béton cellulaire et tout autre support,
- o OC2 enduit monocouche à caractéristiques mécaniques moyennes compatible avec les supports RT2 et RT3,
- o OC3 enduit monocouche à caractéristiques mécaniques élevées compatible avec support à fortes caractéristiques mécaniques RT3.

Enduit multicouche : il est réalisé avec un mortier de recette préparé sur le chantier ou en usine pour le performanciel répertorié GP et composé de constituants individuels (chaux et/ou ciment, sable et eau), appliqué en deux ou trois couches :
- deux couches = corps d'enduit + finition,
- trois couches = gobetis* ou renformi + corps d'enduit + finition.

Enduction ou enduisage : c'est l'application d'un enduit.

Film d'eau : c'est la pellicule excédentaire d'eau à la surface du support qui nuit à l'adhérence de l'enduit.

Fillers : c'est une matière minérale inerte finement broyée (< à 0,12 mm) incorporée dans les enduits pour en modifier certaines caractéristiques physiques.

Fine : c'est une poudre minérale d'une granulométrie proche de celle des fillers (< à 0,063 mm), servant de charges inertes de remplissage.

Finition : c'est la dernière couche de parement qui a une fonction esthétique et décorative, et complète le rôle du corps d'enduit. On trouve plusieurs aspects de finition.

Frais sur frais : deuxième passe sur première passe déjà raffermie.

Gobetis : c'est la première couche de mortier appliquée en couche mince préparatoire et rugueuse afin de régulariser le support. Il permet d'assurer l'adhérence des couches ultérieures d'enduit.

Imperméable (à l'eau) : qui ne laisse pas passer l'eau grâce à une épaisseur minimale.

Lait d'humidification : permet de fixer les ultra fines du support en terre crue, améliore l'accrochage et évite la dessiccation trop rapide du gobetis. Ce dernier est directement et immédiatement appliqué sur le lait encore frais.

Passe : c'est l'application d'une épaisseur régulière d'un mortier frais. La notion de passe est spécifique au mortier performanciel. Un enduit monocouche est généralement réalisé en deux passes du même produit, dans ce cas on parlera de frais sur frais. L'enduit de mortier performanciel peut aussi être réalisé en une passe uniquement en finition « grattée » sur maçonnerie soignée et support homogène.

Perméabilité à la vapeur d'eau : permet la transmission de la vapeur d'eau à travers la paroi.

Renformi : c'est une couche ponctuelle ou généralisée (dans ce cas, il fait office de gobetis) qui consiste à corriger des défauts de planéité avant l'application du corps d'enduit.

Ressuyage : consiste à avoir un support humide mais non ruisselant, (absence de film d'eau).

ANNEXE

PROCÉDURE DE MISE EN ROUTE DES POMPES À MORTIER À VIS

Installation de la machine

- Vérifier la machine suivant la fiche de mise en route jointe.
- Mettre la machine de niveau.
- Procéder au graissage complet de la machine.
- Démarrer la machine et vérifier que tout est correct.
- Installer la tuyauterie.

Réglage de pression de la pompe à vis ou contrôle

- Vérifier que la télécommande pneumatique pilote correctement les fonctions de marche / arrêt de la pompe.
- Le régime du moteur doit être au 2/3 de sa puissance.
- La vitesse de rotation de la vis est réglée à 50%.
- Remplir d'eau la trémie de pompage et les tuyaux.
- Fermer la vanne de produit de la lance décoration et ouvrir la vanne d'air.
- Le réglage s'effectue en serrant (ou desserrant) les vis de la gaine de rattrapage de jeu.
- La pression mesurée au manomètre de sortie de pompe doit être conforme aux indications précisées sur les sacs de mortier industriel (en général, entre 10 et 15 bars).

Le système de pompe à vis ne doit jamais tourner à sec.

Préparation du mortier performanciel « monocouche »

- Mettre en route la rotation du malaxeur.
- Introduire d'abord la quantité d'eau mini indiquée sur les sacs.
- Poser les sacs un après l'autre sur le crève sac du malaxeur et par un mouvement de torsion, déchirer l'enveloppe d'étanchéité plus le papier, relever une moitié de sac puis l'autre pour faciliter l'écoulement de la poudre dans le malaxeur.
- Faire le complément d'eau dans la limite maximum préconisée.
- Laisser malaxer suivant les indications de temps inscrites sur les sacs.

Le temps de malaxage se décompte après l'introduction du dernier sac.

NOTES

Amorçage

- Débrancher la lance décoration.
- Transférer l'équivalent de 2 seaux de produits dans la trémie de pompage.
- Ajouter de l'eau afin de rendre le produit liquide et pomper.
- Verser le reste de la gâchée dans la trémie de pompage.
- Remplir les tuyaux.
- Récupérer la barbotine.
- Rebrancher la lance pour projeter.
- La gâchée suivante peut être préparée.

Mortier de recette fait sur chantier (traditionnel)

- Régler la pression de la pompe à environ 5 bars, en suivant la procédure décrite plus haut.
- La projection du mortier traditionnel se fait avec la lance standard qui se branche directement à la sortie du tuyau de 35 (pas de tuyau de 25).
- Verser 15 à 20 litres d'eau dans le malaxeur.
- Ajouter 4 seaux de 10 litres de sable, puis un sac de 35 kg de liant.
- Compléter le mélange avec 4 à 8 seaux de 10 litres de sable, suivant la qualité du sable et le dosage souhaité.

NOTES

NOTES

Wellcom Janvier 2013

**Confédération de l'Artisanat
et des Petites Entreprises du Bâtiment**
2, rue Béranger 75140 Paris Cedex 03
Tél : 01 53 60 50 00
Fax : 01 45 82 49 10
www.capeb.fr

Les enduits chanvre et chaux

Cette fiche est volontairement limitée aux seuls enduits chanvre et chaux, car leur réalisation est nettement plus délicate que celle de dalles ou de cloisons banchées.



Définition

Les végétaux ont toujours été utilisés dans la construction. Les bétons et les mortiers chaux-chanvre sont composés de granulats de chanvre mélangés à un liant à base de chaux naturelles. Nous sommes dans une logique de mélanges légers, privilégiant le confort ; la résistance des matériaux est ici secondaire.



La tige du chanvre se décompose en :

- la fibre, formant l'écorce de la plante, utilisée pour les laines.
- le bois ou chènevotte, utilisée en vrac ou dans les bétons.
  La chènevotte est constituée de nombreux canaux renfermant de l'air lorsque la tige est sèche.

Applications

Ces mélanges sont utilisés dans le bâti neuf pour réaliser dalles et murs sur rupture capillaire

Dans le bâti ancien, ils sont utilisés :

- en enduits intérieurs sur les murs, ils améliorent le confort.
- en plancher d'étage, ils permettent de rattraper les niveaux « ragréage » et peuvent participer à la recherche d'isolation thermique ou phonique.
- en béton léger pour l'isolation thermique sous toiture.

L'utilisation d'un enduit chanvre-chaux sur un mur extérieur n'est pas pertinente, car outre l'isolation thermique moyenne apportée, cette solution n'exploite pas les autres caractéristiques liées au confort qu'apporte un enduit chanvre et chaux à l'intérieur, en particulier « l'effusivité» (rapidité avec laquelle la température superficielle d'un matériau se réchauffe).

Isoler les murs d'une maison ancienne par l'extérieur est actuellement une idée insupportable. Les évolutions climatiques et/ou du prix de l'énergie nous feront peut-être voir les choses différemment dans quelques décennies... en attendant, il peut être judicieux d'isoler par l'extérieur un mur peu vu, au nord ou à l'est, avec des panneaux de laine de bois protégés par un bardage. Mais pas avec un enduit chanvre et chaux, même protégé par une couche de finition sable et chaux, à cause des performances moyennes du béton de chanvre en tant qu'isolant thermique.

À l'inverse, s'isoler fortement par l'intérieur fait se priver de l'inertie des murs. Or le confort nécessite au minimum isolation et inertie thermiques.

La notion de confort n'est pas encore définie de façon scientifique. Elle est directement liée à l'absence de courant d'air, au taux d'humidité, aux matériaux, leur surface et leur couleur...

Caractéristiques

Contrairement à une idée bien établie, le chanvre, avec un coefficient λ (conductivité thermique) de l'ordre de 0,1 dans un béton de chaux, n'est pas à proprement parler un isolant thermique performant, si on le compare à une laine minérale (0,04 soit un rapport de 2,5). On va plutôt parler de correction thermique par la suppression de sensation de paroi froide, grâce à son "effusivité."

Néanmoins, les réalisations en chanvre constituent un excellent compromis entre isolation et masse thermique, assurant aussi bien le confort d'hiver que celui de l'été. En fonction des proportions de chaux et de la mise en œuvre, sa masse volumique (densité) est comprise entre 210 et 1000 kg/m³ ; chaque fois que la masse volumique s'élève, les capacités de stockage thermique s'améliorent, mais en même temps, les performances thermiques se réduisent.

La perméance (capacité de respiration) du mélange chanvre-chaux assure une ambiance intérieure très saine et une bonne régularisation hygrométrique.

À noter enfin qu'un enduit chanvre et chaux permet d'atténuer notablement le rayonnement électro-magnétiques des fils électriques noyés sous l'enduit et dispense donc de l'utilisation de gaines blindées.

Les chaux

La chaux est utilisée comme liant du chanvre qu'elle stabilise. Le liant utilisé et son dosage influent directement sur les performances du mortier ou du béton réalisé. Un surdosage améliore les caractéristiques mécaniques et diminue en même temps les caractéristiques liées au confort. La chaux possède une action fongicide et assainissante.

Les différents types de chaux utilisées dans les mortiers chanvre et chaux sont les suivants :

- les chaux aériennes (CL, DL),
- les chaux hydrauliques naturelles (NHL),
- les chaux pré formulées (FL),
  à noter que "FL" n'est pas une appellation encore normalisée ; cependant c'est ce sigle qui sera utilisé dans la suite de cette fiche. Ces chaux sont des mélanges de chaux aériennes, hydrauliques naturelles et de pouzzolane, d'argile...
- les chaux additionnées (NHL-Z),
  ce sont des chaux naturelles NHL auxquelles sont additionnées, après cuisson, jusqu'à 20% de divers matériaux pouzzolaniques ou hydraulique
- les chaux recomposées (HL),
  ce sont des chaux hydrauliques recomposées à partir d'un mélange de chaux aérienne éteinte et de liant hydraulique ou pouzzolanique, parfois du ciment.

À retenir : les chaux hydrauliques non naturelles (HL, NHL-Z) ne sont pas compatibles avec le chanvre (ni d'une façon générale avec le bâti ancien).

Il est possible d'utiliser soit :

- ✗ des chaux naturelles : aériennes, ou un mélange d'aériennes et hydrauliques
- ✗ des chaux « pré formulées ».

Il va de soi que le coût entre les 2 solutions n'est pas le même. La première solution est la plus économique, mais la prise à cœur du mortier se fait difficilement. La seconde solution permet une prise à cœur et autorise l'application d'un enduit de finition dès le lendemain.

Attention, certaines chaux sont agréées pour être utilisées avec le chanvre, et d'autres non. N'en déduisez pas qu'il faille écarter systématiquement celles qui ne le sont pas, en effet, l'agrément inclut la tenue à des cycles de gel/dégel qui ne sont pas pertinents en enduits intérieurs chez vous dans un local systématiquement tenu hors gel.

Consultez le site Construire en chanvre pour connaître les règles et techniques de construction.

Épaisseur d'un enduit

L'isolation thermique n'est pas proportionnelle à l'épaisseur, mais est une fonction logarithmique de l'épaisseur : les premiers cm d'épaisseur comptent beaucoup plus que les derniers ! Vu le coût du matériau, son isolation plutôt moyenne et le fait qu'il peut couper de l'inertie thermique des murs, il n'est pas raisonnable d'envisager un enduit chanvre-chaux de forte épaisseur. D'autant que dans ce cas, l'enduit devra être banché (coffré), ce qui conduit à un résultat inesthétique.

Lorsque ce sont les qualités surfaciques du chanvre (« perméance, effusivité ») qui sont recherchées, alors l'épaisseur de l'enduit a peu d'importance.

Au final, un enduit chanvre et chaux de 3 cm d'épaisseur remplit parfaitement son office.

Finitions d'un enduit

Un enduit chanvre et chaux peut recevoir un grand nombre de types de finitions :

- chanvre fin et chaux (il existe différentes granulométries de chanvre commercialisé),
- sable et chaux,
- terre fibrée,
- badigeon à la chaux,
- ...

Il est naturellement possible de combiner ces solutions, à la couleur de son inspiration !

Il faut être conscient qu'un état de surface lisse et dur diminue obligatoirement les qualités surfaciques qui participent au confort. Cela peut poser un problème car l'aspect et le contact d'un enduit chanvre juste taloché sont rugueux. On peut optimiser la finition par un « ré-serage » à la truelle pendant que l'enduit est encore plastique. La terre fibrée constitue une excellente solution, si elle n'est pas recouverte par un badigeon.

Mise en œuvre

Attention La chaux, même éteinte, brûle les yeux, et altère la capacité sensitive des mains. Travaillez avec des lunettes, et ne manipulez pas la chaux avec les mains. Ayez toujours à proximité un pulvérisateur d'eau pour pouvoir vous rincer - en douceur - l'œil en cas de projection dans les yeux !

Conditions météorologiques

L'obtention d'un mortier à projeter en enduit nécessite de ne travailler que par temps doux (pas en dessous de 10°C) et sans vent. Le cas échéant, il ne faut pas hésiter à :

- ✗ mettre la bétonnière dans un abri, un garage,
- ✗ utiliser un peu d'eau chaude dans la préparation du mortier,
- ✗ utiliser une chaux pré formulée (FL).

Préparation du mur

Un enduit chanvre et chaux doit être appliqué sur un support sain, exempt de poussières, et très largement mouillé la veille (à saturation).

Réalisation du mortier

Selon que l'on met en œuvre des liants naturels (CL et NHL) ou pré formulés (FL), le mélange sera respectivement réalisé la veille puis rebrassé le lendemain, ou le jour même. Un mortier pour un enduit à projeter est assez délicat à réaliser, car il faut arriver à obtenir un mortier très léger et aérien, façon mousse Chantilly, faute de quoi, le mortier s'applique mal sur le mur et retombe à terre... On appelle cela une émulsion. L'obtention d'une bonne émulsion demande du temps et de l'expérience, car de nombreux facteurs rentrent en jeu.



La truelle rentre dans le mortier sans résistance. L'émulsion est caractérisée par un grand nombre de micro-bulles stables, qui n'éclatent pas avant 30 s après prélèvement de l'échantillon dans la bétonnière.

Les proportions sont les suivantes :

- 40 à 50 l d'eau.
- dans le cas de l'utilisation de chaux naturelles (CL et NHL) : 1 bouchon de savon liquide,
- 30 à 40 l de liant.
- 100 l de chanvre.

L'ordre d'introduction dans la bétonnière est le même : attendre avant d'introduire le chanvre que la chaux soit bien mélangée à l'eau. Introduire le chanvre progressivement, puis laisser tourner 5 à 6 min, voire plus. La vitesse de rotation de la bétonnière a aussi une influence : au début il est préférable de tourner lentement, puis accélérer peut aider. Vérifiez que tout est mélangé de façon homogène, ainsi une bétonnière de forme oblongue peut obliger à relever de temps à autre la gueule pour que le mortier en périphérie repasse au centre.

La difficulté consiste alors à obtenir l'émulsion, voici quelques cas de figure rencontrés :

1. l'émulsion ne se forme pas, le mélange reste « sec »:
   il se peut que des boulettes se forment, rajouter de l'eau, mais pas trop. Si trop d'eau, rajouter ensuite 2 ou 3 poignées de chaux, une fois l'émulsion formée.
2. il se forme une émulsion qui ne tient pas (les petites bulles éclatent tout de suite) :
   il y a trop d'eau, rajouter 2 ou 3 poignées de chaux.
   Ou bien déversez la moitié du mortier dans une brouette puis introduire progressivement du mortier plus sec, typiquement celui récolté au pied des murs.
3. l'émulsion ne se forme pas et pourtant il y a assez d'eau :
   les conditions météorologiques sont probablement en cause : le froid, le vent. Utilisez un peu d'eau chaude, un peu de savon liquide... ou bien reportez le chantier !

L'image ci-contre montre ces micro-bulles :



Application

La projection de l'émulsion demande un travail d'apprentissage du geste, qui n'est pas si difficile, il demande un peu de force et de volonté. L'adresse viendra progressivement ! La truelle doit être nickel pour que le mortier décolle sans difficulté, de grande taille et bien à votre main. N'utilisez pas des gants, qui entravent considérablement le geste dans sa précision. Le mortier peut être rebattu sur la taloche juste avant la projection. Ne pas chercher à remettre le mortier tombé à terre dans l'auge, il sera recyclé dans la prochaine bétonnière (ou bien celle en cours si le mortier en préparation est trop liquide par exemple). Portez des lunettes pour protéger vos yeux, car vous n'êtes pas à l'abri de « giclages » intempestifs malgré toute l'adresse que vous déployez !





Après projection d'une certaine quantité de mortier, il faut rapidement l'étaler sur le mur, dans un mouvement vertical, avec la taloche. Celle-ci doit être tenue fermement en écartant légèrement la partie supérieure, pour ne pas entraîner tout le mortier, mais bien pour l'étaler.

Si, malgré une bonne émulsion stable, votre mortier tombe à terre, alors utilisez la taloche pour l'appliquer.

Le rendement devrait être de l'ordre de 3 m² à l'heure, mais n'espérez pas atteindre ce chiffre d'entrée de jeu !...



Finition

La finition est l'occasion de gérer la couleur finale, 2 à 3 l de barbotine issue du lavage d'une terre argileuse locale peuvent faire l'affaire, introduits en plus dans la bétonnière. L'utilisation d'un chanvre plus fin nécessite obligatoirement plus de liant pour l'enrober : on peut ainsi monter à 50 à 60 l de liant pour 100 l de chanvre, et plus d'eau : 55 à 60 l d'eau. Attendre une demie-heure avant de resserrer l'enduit de finition à la truelle, et voici ce qu'il est possible d'obtenir :



La pierre de taille en bordure d'enduit peut être nettoyée avec un acide oxalique.

Contributeurs :

Hervé Even, Olivier Roger, François Vaure, Christian Gérard, Louis Castric.

Les enduits à la chaux

Fiche conseil n°8

Série Patrimoine / Interventions sur le bâti ancien

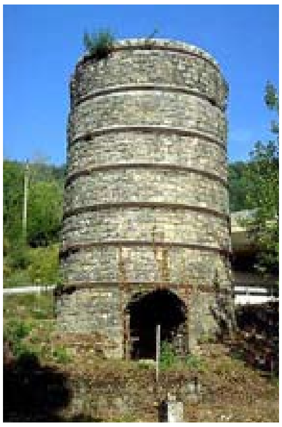
Direction **R**égionale des **A**ffaires **C**ulturelles
Auvergne-Rhône-Alpes

UDAP

UDAP 69
Unités Départementales de l'Architecture et du Patrimoine

Ain
Allier
Ardèche
Cantal
Drôme
Isère
Loire
Haute-Loire
Puy-de-Dôme
Rhône et métropole de Lyon
Savoie et Haute-Savoie

La chaux est un liant, et l'élément de base de la construction traditionnelle.
Elle est aussi utilisée pour toute une gamme de finitions, enduits, badigeons et peinture. La chaux est un **matériau minéral souple** que l'on applique mélangé à divers agrégats pour **enduire** les murs intérieurs et extérieurs et pour **jointoyer** les pierres ou bien, simplement diluée dans de l'eau en lait ou en pâte, pour différentes techniques décoratives de peinture. **La chaux se colore par les sables ou par adjonction de pigments.**



Four à chaux (Jura)

Le terme d'enduit désigne un ouvrage de revêtement pour **garnir, protéger ou finir une surface**.
Utilitaire ou décoratif, c'est un ouvrage d'homogénéisation des surfaces.

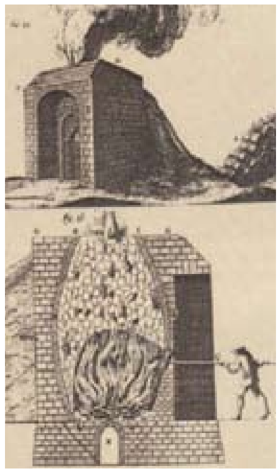
Les fonctions d'un enduit se déclinent selon deux rôles prioritaires :

- **La protection et l'isolation**, contre l'humidité et ses mécanismes de pénétration de l'eau (gravité, capillarité, condensation, gel); également contre la conjugaison vent et humidité.

- **La présentation**, pour redresser les surfaces internes inégales mais également pour habiller les parements externes, en leur ajoutant une dimension décorative. Au-delà de ce rôle de présentation, l'enduit appartient au domaine de l'architecture et participe à sa composition.

Les chaux naturelles

Elles sont obtenues par cuisson (calcination, à environ 850°) de calcaires contenant plus ou moins d'argiles (de 0% à 20% maximum); le faible échauffement des molécules permet au matériau de garder toutes ses caractéristiques naturelles (respiration, aptitude à véhiculer la vapeur d'eau, capillarité).



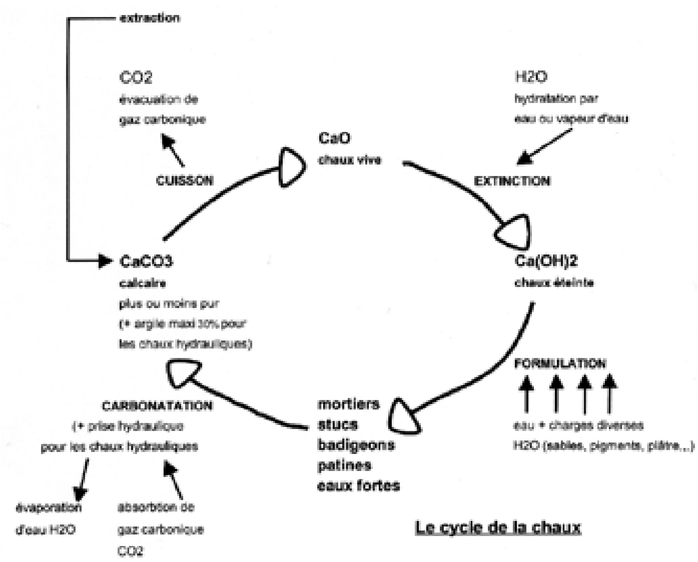
Extrait de l'Art du Chaufournier M.Fourcroy de Ramecourt (1766)

Les chaux aériennes

Lorsque le calcaire utilisé est pur ou quasiment pur, la chaux est dite aérienne; **elle fait sa prise uniquement à l'air. Par cuisson, on obtient une chaux vive** qui était traditionnellement éteinte dans des grands bacs d'eau, la chaux en pâte (grande facilité de conservation sous cette forme) ; elle est aujourd'hui éteinte artificiellement par vaporisation (technique industrielle) et mise en sac.

Les intérêts de ce liant sont :

- Sa grande souplesse et ses caractéristiques très proches de celles de la pierre ; on obtient **une homogénéité de comportement par sa faculté de respirer et de véhiculer l'eau**.
- Son utilisation pour les badigeons dûe à son unique prise à l'air (tant qu'elle est dans l'eau, elle ne prend pas).
- Sa neutralité de couleur.



Exemple de chaux aérienne

Les chaux aériennes

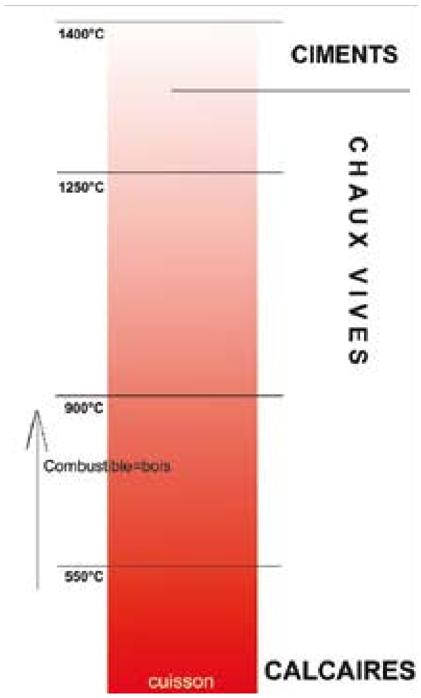
Une chaux est dite hydraulique naturelle lorsque le calcaire contient un maximum de 20% d'argile, silice ou d'oxyde de magnésium. **Elle effectue sa prise en partie sous l'action de l'eau**, d'où le terme hydraulique de par sa faible composition d'argile, **mais aussi sous l'action de l'air puisqu'elle comporte un minimum de 80% de chaux aérienne.**

Les **intérêts** de ce liant sont les suivants:

- il reste souple et ses caractéristiques sont proches de celle de la pierre,
- de par sa prise hydraulique, le produit est plus facile à appliquer, et prend plus vite.

Ses **inconvénients** majeurs sont:

- sa teinte moins blanche que la chaux aérienne, et une dureté sensible,
- l'impossibilité d'utilisation dans le cadre de la fabrication de badigeon de par sa prise hydraulique.





Enduit ancien se délitant et laissant apparaître ses différentes couches de l'enduit…
Mortier réalisé au 19éme siècle avec une chaux hydraulique locale.

La Cuisson du Calcaire
Remarque: Le même minerai, suivant sa cuisson, peut donner une chaux ou un ciment !!!

Exemple de chaux hydrauliques:

« Saint Astier » NHL2 ou NHL 3.5
« Lafarge Crualys » NHL2
« Rabot » NHL5
« Pavier » NHL5
...etc

Normes de chaux naturelles (NF15-311 pour la France et EN459 1-2-3 pour l'Europe)

Les chaux aériennes :
CL90, 80, 70 (chaux calcique, obtenue par calcination de calcaire naturel; sans additif)

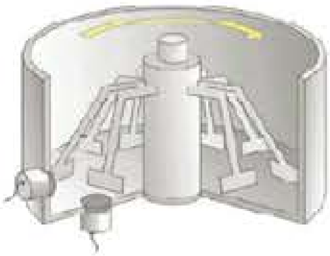
Les chaux hydrauliques naturelles :
NHL2 ou 3.5 ou 5 (chaux obtenue par calcination de calcaire naturellement argileux ou siliceux, à faible température). L'indice (2 ou 3.5 ou 5) correspond à la résistance à la compression du mortier sec (21 jours)

La préparation

Elle est assez délicate, et exige du maçon un savoir faire, ou une formation à ces techniques; aussi le mélange de la chaux, du sable et de l'eau n'est guère aisé avec une bétonnière habituelle vu la trop grande onctuosité du mortier; la tendance est alors de trop mouiller le mortier par manque de matériel adéquat (nécessité d'utiliser des malaxeurs horizontaux). Un mortier trop mouillé générera du faïençage au séchage.



Bétonnière proscrite



malaxeur horizontal



La chaux « c'est dur »



Chaux en pâte ; mélange avec le granulat ; remarquer la plasticité de la préparation

La mise en oeuvre

Pour la mise en oeuvre de l'enduit, il est nécessaire de bien observer les maçonneries et de savoir « lire » les surfaces (pierres de moellonnage, pierres de taille, pierres de modénature ou d'encadrement…) afin d'appliquer une épaisseur raisonnable d'enduit qui doit se tendre sur la maçonnerie et venir mourir sur les pierres à montrer, sans effet de harpage ou de double encadrement (type « poste de télévision »); le but est de conserver le relief propre de la façade, sans réinterpréter son architecture...

Remarque : Les machines à projeter sont à éviter, car elles facilitent l'excès d'épaisseur de l'enduit, et ne permettent pas assez de « coller » l'enduit à sa maçonnerie. Le mortier de chaux étant trop onctueux, il ne passe pas par les tuyaux de ces machines...



1.



2.



3.

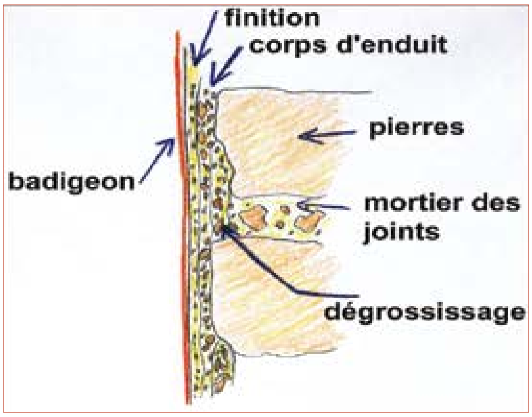
1. Enduit appliqué façon «dégradée», phénomène de harpage trop exagéré, qui efface toute la nervosité et la précision de l'architecture …

2. Surépaisseur de l'enduit qui aurait dû venir « mourir » sur la pierre...

3. Vue sur un enduit fin et tendu sur sa maçonnerie, bien arrêté sur les pierres d'encadrements des baies

Les corps d'enduits

Ils sont généralement au nombre de trois ou deux, et très minces:
- la **couche d'accroche**, maigre,
- la **couche de dégrossissage**, ou **corps d'enduit**, encore très sablonneux,
- la **couche de finition**, assez grasse…
- … et son traditionnel **badigeon à la chaux** pour sa protection et sa décoration (voir la fiche correspondante)



Coupe sur une maçonnerie et son enduit. Il est important de préciser qu'un bon mortier doit être composé de granulats de différentes tailles, afin d'éviter les vides, d'obtenir une meilleure cohésion et plus de points de contact.

Les finitions

L'utilisation de la taloche s'est trop généralisée depuis une trentaine d'année, car elle permet de travailler vite, et avec des épaisseurs d'enduit importantes; cet outil n'est apparu qu'au XIXème siècle et ne devrait donc pas être utilisé sur des immeubles plus anciens! Seule la finition à la truelle permet de travailler des épaisseurs moindres, et donne un meilleur rendu à la surface (lisse, sans trace de sable, ni cet effet vermiculé).

L'enduit teinté dans la masse est possible dès lors que le poids de pigments ne dépasse pas 3% du poids de chaux; au delà, la quantité de fines est trop importante, et il est nécessaire d'ajuvanter, donc de pervertir l'enduit, de le rendre hydrofuge, et donc contraire aux qualités propre de la chaux…



Brillance d'un enduit teinté dans la masse

Les enduits prêts à l'emploi

Le monde industriel du bâtiment nous propose un certain nombre de produits prêts à l'emploi, contenant le liant et le sable déjà mélangé; le contenu exact de ces produits est protégé par des droits et secrets de fabrication, ce qui ne permet pas de connaître exactement leurs caractéristiques (dès lors qu'il s'agit de mélange, la norme de chaux n'est plus indiquée). On se trouve alors face à des produits aux noms évocateurs, mais **contenant des quantités de ciments et adjuvants non négligeables et préjudiciables pour les maçonneries et les finitions traditionnelles**. Il est donc nécessaire que le maçon réalise sa préparation lui même avec des chaux bien identifiées et des sables aux granulométries et couleurs connues. Aucun adjuvant n'est nécessaire pour les corps d'enduits.

NB: les enduits teintés dans la masse sont des **faux historiques**; ils n'ont jamais existé et sont de purs produits industriels incompatibles avec les maçonneries traditionnelles, et vieillissent très vite, brillent et se décollent à terme…

Deux cas d'enduits récents (10 à 15 ans) déjà décollés: le corps d'enduit est constitué d'un liant trop dur et en trop grande quantité; la couche de finition est constituée avec de la chaux naturelle et beaucoup de sable. Or, la règle qui consiste à ce que « le maigre porte le gras » n'a pas été respectée, alors que la couche de finition (enduit teint dans la masse avec des sables de couleur et fait sur place à droite, et avec badigeon en finition à gauche) était satisfaisante esthétiquement...





Conclusion

L'enduit doit respecter le bâti et la maçonnerie sur lequel il va être appliqué; il n'y a pas de bon ou mauvais enduits ou liants, mais des bons ou des mauvais choix de restauration et de méthodes d'application. Utiliser la chaux est bien souvent l'apprentissage d'une culture oubliée; pour les architectes, c'est aussi une autre compréhension de l'architecture.

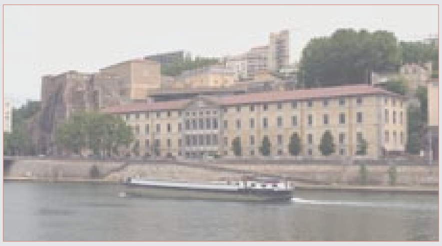
Exemple d'une bonne finition où l'enduit à la chaux est tendu sur la maçonnerie, sans harpage, et le badigeon soigneusement appliqué. (voir fiche badigeon)





Formation:
- L'Ecole d'Avignon (Centre de formation à la réhabilitation du patrimoine architectural)
- Les Ateliers de Chanteloube Chanteloube 43490 LAFARRE
- Centre des hautes études de Chaillot Paris, pour les architectes DPLG





UDAP 69

Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine du Rhône et métropole de Lyon

Le Grenier d'Abondance - 6, quai Saint-Vincent - 69283 LYON cedex 01
Tél.: 04 72 26 59 70 – Fax : 04 72 26 59 89

http://www.culturecommunication.gouv.fr/Regions/Drac-Auvergne-Rhone-Alpes/Demarches-aides/Patrimoine-urbanisme-qualite-architecturale/Fiches-conseil-architecture-urbanisme-Rhone-et-Lyon

Fiche Conseil UDAP Rhône et métropole de Lyon (69) - Mise à jour 2016

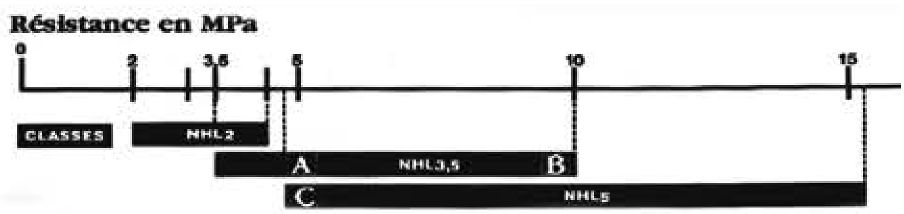
Compléments techniques

Le problème de la résistance

A la désignation du type de chaux, un indice numérique permet de classer la résistance de la chaux; elle se mesure en Méga Pascal (Mpa) à 28 jours de séchage. Par conséquent, le durcissement par carbonatation qui s'effectue de façon très significative dans les mois qui suivent est négligé.

Cette résistance est à adapter en fonction de l'usage que l'on en aura: pour des mortiers liés à de la construction en terre ou avec des pierres tendres, on s'orientera vers des liants à faible résistance; pour des constructions avec de la pierre granitique, on pourra tendre vers des liants plus durs.

Remarque :
L'indice de référence indique toujours la résistance MININALE!
Il convient d'être très prudent dans son choix, notamment dans le cas d'une NHL5 qui peut présenter une résistance de 5 Mpa comme de 15 Mpa ! ! !



Le choix des sables

Le choix d'un sable pour la réalisation d'un mortier n'est pas un acte neutre; le sable représente 80% de la masse du mortier.

- **Résistance:** il constitue l'ossature du mortier; les gros grains assurent la résistance mécanique, et les grains fins la plasticité.
- **Coloration:** l'effet de transparence de la chaux laisse ressortir la coloration des sables utilisés.
- **Variation de l'aspect:** les sables locaux personnalisent l'aspect du mur; à chaque région son mortier.

Un bon mortier doit présenter une grande richesse de taille de granulats.
Les enduits prêts à l'emploi présentent généralement des **mélanges de sables de trop pauvre variété**, trop fins, où le liant tient une place trop importante. Une granulométrie riche permet de « remplir tous les vides » qu'alors le liant pourrait occuper en trop grande quantité (d'où encore des risques de faïençage).



Mortier d'enduit de la fin du 18ème: les grains sont très variés (jusqu'à 10mm)



Mortier d'enduit prêt à l'emploi, constitué de grain trop fin, trié, et une quantité de liant trop importante...

Réaliser soi-même son mortier est assurément un gage de réussite; il est nécessaire dans un premier temps d'observer le mortier ancien encore présent sur les murs; il faut observer son liant, sa couleur et dureté, puis analyser les granulats (couleurs, provenance, tailles...). Alors à partir des matériaux disponibles aujourd'hui, il sera possible de préparer le mélange qui sera de teinte et de comportement identiques au mortier remplacé....

FICHE PRATIQUE DES CAUE de Franche-Comté N° 1





Le point sur…



LES ENDUITS À LA CHAUX

En Franche-Comté, le matériau de construction traditionnel dominant est la pierre. La nature de celle-ci varie d'une région naturelle à l'autre, le grès dans le nord-est, des calcaires de différentes tonalités dans d'autres contrées, mais, dans tous les cas, l'enduit à la chaux accompagne la pierre.
Au lendemain de la Première Guerre Mondiale, l'apparition de ciments artificiels et de chaux hydrauliques, a provoqué l'abandon progressif de l'utilisation de la chaux pour la réalisation des enduits. Aujourd'hui, celle-ci retrouve sa juste place car c'est un matériau sain et naturel, moins gourmand en énergie que le ciment.
A l'heure où chacun cherche à jouer la carte du développement durable, le mortier de chaux peut être considéré comme un matériau très actuel. La présence de nombreux sites de production de chaux sur le sol franc-comtois, confirme l'ancrage de ce matériau dans notre culture architecturale et permet de s'inscrire dans une logique durable par la réduction des transports de matériaux.

C'est pourquoi, il a semblé utile aux Conseils d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Doubs, du Jura, de la Haute-Saône et aux services de l'État d'éditer cette fiche pratique intitulée « le point sur les enduits à la chaux. »

Qu'est-ce qu'un enduit ?

Selon « le Petit Robert », il s'agit d'une « préparation molle ou semi-fluide que l'on applique en une ou plusieurs couches continues, à la surface de certains murs pour les protéger, les garnir ».
L'enduit est donc la partie apparente du mur, il lui donne sa couleur, sa matière.
L'enduit est composé d'un liant, (nous parlerons ici spécifiquement de la chaux) et de sables de granulométries variées.

Propriétés des enduits traditionnels à la chaux

Les enduits traditionnels obéissent à un art de bâtir, inscrit dans l'environnement, qui a assuré une grande longévité aux constructions. Les enduits à la chaux présentent comme particularité de laisser "respirer" les murs et de faire corps avec les supports. Ils offrent aussi une perméabilité à l'air et à la vapeur d'eau, indispensable à la bonne conservation des maçonneries.

* Les enduits à la chaux possèdent des caractéristiques particulièrement adaptées à la restauration. Plastiques, ils suivent sans fissurer les déformations faibles mais constantes observées dans les constructions anciennes.
* C'est le matériau le plus approprié pour la finition des constructions contemporaines maçonnées, que le support soit en briques, en terre cuite ou en béton cellulaire. Les enduits à la chaux sont compatibles avec les préoccupations de qualité environnementale (HQE).
* Sur le plan esthétique, ils confèrent aux parements des qualités incomparables en termes de finition et de coloration.
* L'enduit joue un rôle fondamental de protection et d'isolation contre les effets du vent, de la pluie et des variations thermiques ; il favorise en outre les échanges hygrométriques. En effet, l'enduit à la chaux appliqué sur les maçonneries permet l'évaporation rapide de la vapeur d'eau contenue dans les murs, provenant d'une part, des remontées capillaires des eaux du sol et d'autre part des condensations provoquées par l'occupation du bâtiment.
* Enfin, il n'est pas nécessaire de remplacer complètement l'enduit à la chaux une fois usé. Il est possible de le restaurer, cela va aussi dans le sens du développement durable.



La chaux, fabrication et caractéristiques

La fabrication de la chaux est maîtrisée depuis l'Antiquité. La roche calcaire pure (95%) est chauffée à environ neuf cent degrés. Sous l'effet de la chaleur, la roche se transforme en chaux vive, très alcaline et donc corrosive. Cette chaux est éteinte avec de l'eau par réaction chimique et l'on obtient de la chaux aérienne.

La chaux aérienne ou chaux grasse

Elle est désignée par le sigle « CL » (calcic lime) ou « DL » (dolomitic lime). On la trouvait auparavant sous le nom de « CAEB ». En la mélangeant avec du sable et de l'eau, on obtient une pâte onctueuse qui, tant qu'elle restera mouillée, ne prendra pas. Un enduit de trois centimètres tiendra tout seul dès qu'il aura séché, c'est-à-dire en quelques heures comme tout autre enduit, mais il ne durcira à cœur que grâce à sa réaction au gaz carbonique, ce qui peut prendre plusieurs mois.

Intérêt de ce liant :
- Une grande souplesse et des caractéristiques proches de la pierre.
- Son utilisation pour les finitions intérieures, décors et badigeons.
- Sa neutralité de couleur.
- Il est adapté à la création de chapes au sol, mortiers végétaux, murs de paille.

La chaux hydraulique naturelle

Identifiée par le sigle NHL (natural hydraulic lime), elle se comporte différemment de la chaux aérienne, car on y trouve un taux d'argile plus important. Comme elle durcit à l'eau, elle prend son temps de séchage et se montre donc pratique pour avancer rapidement dans les travaux de gros œuvre. **Attention, les produits identifiés par NHL (z) comportent des composants modifiant les propriétés des enduits à la chaux abordés ici.**

Intérêt de ce liant :
- il reste souple et ses caractéristiques sont proches de celles de la pierre,
- grâce à sa prise hydraulique, le produit est plus facile à appliquer.

Ses inconvénients majeurs sont :
- sa teinte moins blanche que la chaux aérienne, et une dureté sensible,
- l'impossibilité d'utilisation dans le cadre de la fabrication de badigeon puisque sa prise est hydraulique.

La chaux hydraulique artificielle

Désignée par les lettres XHA ou HL, c'est du ciment amaigri. Elle est encore plus dure mais moins pure et naturelle.

Les ciments

Ils sont fabriqués à partir d'argiles cuites à très haute température, (au-delà de 900°) par le procédé de la vitrification.
Ces derniers sont incompatibles avec le bâti ancien, qui doit respirer et rester souple ; **les ciments sont à bannir de toute réhabilitation car de surcroît leur aspect n'est pas satisfaisant**. Ils donnent un aspect standard uniformisant les constructions.



Enduit chargé en ciment

La mise en œuvre de l'enduit

Le choix du sable

Les sables apportent leur dureté, leur granulométrie et leur volume aux mortiers. Dans le cas des mortiers à la chaux, le sable a pour effet d'aérer le mortier, de façon à ce que sa prise aérienne se fasse à cœur. Les sables apportent aussi leur couleur. Les enduits sables et chaux ont donc une large gamme de coloris possibles.
Pour réaliser l'enduit, il est préférable de choisir les intersaisons, printemps et automne, éviter l'été trop chaud et l'hiver avec des périodes de gel néfastes.

Le sable ne doit pas être trop fin (environ 2 mm) afin d'obtenir un mortier résistant.



La pigmentation des sables permet d'obtenir des teintes plus ou moins soutenues et la granulométrie une finition plus ou moins régulière.

L'enduit est formé de trois couches, chacune d'entre elles jouant un rôle particulier.
- le gobetis, de 5 mm environ, cette première couche, dont la fonction principale est l'accrochage au support, est lancée à la truelle sur le parement brut du mur. C'est un mortier riche en liant.
- Le corps d'enduit ou seconde couche, 10 mm environ, contribue à l'imperméabilité et possède une plasticité qui permet de redresser les irrégularités du support.
- La couche de finition, de 7 mm environ, comprend les agrégats les plus fins ; généralement lissé à la truelle, son parement, qui peut être coloré, joue un double rôle de protection et de décor.



La finition et le décor, comment choisir ?

La nature du liant, les sables, la granulométrie, l'épaisseur, la mise en œuvre et l'exécution sont autant d'éléments qui vont intervenir dans l'aspect de l'enduit, sa texture, sa teinte. C'est la nature et la qualité de l'enduit qui détermine l'apparence d'une façade et l'image d'un édifice.

D'abord observer

Avant d'entreprendre des travaux sur une façade, il convient d'observer la présence ou les traces d'enduits, leur nature, leur finition. Ce premier diagnostic donne des informations pour réaliser le nouvel enduit et permettra de déceler si les appareillages d'origine étaient destinés ou non à rester apparents.

Certains indices : appareils grossiers ou hétéroclites, ou encore l'existence de chaînages d'angle ou d'encadrements de baies en saillie, de corniches, indiquent que la façade était destinée à être enduite.
Mais à l'inverse, des pierres d'angle ou d'encadrement bâties au même nu (c'est-à-dire au même niveau) que le reste de la maçonnerie ne signifient pas pour autant que la maçonnerie était apparente. Souvent, notamment dans les bâtiments d'habitation, ces pierres étaient également enduites et leur présence marquée par un badigeon.

Dans l'architecture traditionnelle, l'enduit jouait parfois un rôle de représentation sociale de l'édifice, par une mise en valeur venant compenser la modestie de la construction. C'est le cas des habitations rurales ou maisons de bourg où la façade principale étaitsoigneusement enduite, alors que les autres façades étaient plus sommairement recouvertes au mortier de chaux « à pierre vue ».

L'enduit à pierre vue

L'enduit « à pierre vue » est souvent confondu avec des finitions « en pierres apparentes », en vogue actuellement. Rappelons que cette finition « en pierres apparentes » fragilise la construction. En grattant l'enduit, on ôte l'enveloppe protectrice du bâti et on fragilise les pierres du mur parfois gélives.
Conseillé sur les appareillages de pierres dures (calcaire dur, granit…), l'enduit « à pierre vue » est généralement monocouche : appliqué grossièrement, il est ensuite bien serré . Avec cette technique, seules quelques pierres « débordent », viennent poindre à la surface du mur, contrairement à la finition « pierres apparentes » où il s'agit d'obtenir des joints réguliers.



Enduit dit à "pierre vue"

Façades enduites

L'enduit doit accompagner les mouvements des façades. Les marquages lissés des chaînes d'angles et des encadrements doivent suivre les dispositions d'origine. Les baguettes d'angle en PVC utilisées pour les arêtes de mur et d'encadrement sont à proscrire.



L'enduit met en évidence les chaînages d'angle et les encadrements de baies.

On distingue :

- L'enduit dit "taloché":
- à gros grains : la composition des agrégats présente tous les calibres juqu'aux petits cailloux. L'enduit dit "taloché" est serré au bouclier puis frotté à la taloche en faisant des mouvements circulaires pour informiser le grain.





Enduit taloché fin

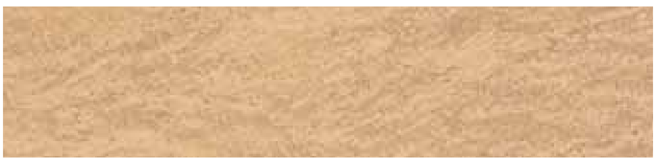
- L'enduit dit "beurré"
Il est jeté et étalé "grossièrement" à la truelle sur les joints se trouvant entre les pierres.



- L'enduit dit "gratté" pour faire ressortir le grain.
Quelques heures aprés l'application, la surface est raclé avec une taloche garnie de pointes, passées en mouvements circulaires. On peut aussi utiliser un chemin de fer, outil en bois muni de lames de fer dentelées souvent obliques, ou encore la tranche d'une truelle.



- L'enduit strié ou ribbé
Dés le début du durcissement, le mortier est taloché en longues passes horizontales, de manière à faire rouler les plus gros grains sous l'outil pour dessiner des stries allongées et régulières.

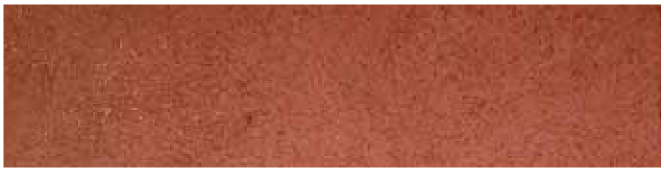


- L'enduit dit "tyrolien"
Extrêmement fréquent, il présente cependant des inconvénients, tant du niveau de l'aspect que de sa durée car ils accrochent rapidement à la pollution. La mise en œuvre se fait à l'aide d'une tyrolienne.



Les badigeons ou laits de chaux

Obtenus à partir de chaux grasse diluée dans de l'eau, les badigeons, plus ou moins transparents, peuvent colorer le mur quand ils comportent des ocres ou des oxydes.
Utilisés à l'intérieur comme à l'extérieur, ils sont appréciés pour leurs qualités décoratives, ils protègent efficacement les enduits et les consolident en recréant le calcin protecteur de surface. En outre, la chaux entrant dans leur composition leur confère des propriétés antiseptiques. On peut les utiliser pour traiter le bois.
Sur le plan esthétique, ils permettent la restauration de parements en leur conférant des qualités incomparables en termes de finition et de coloration.

Laits de chaux

UN EXEMPLE DE RÉALISATION...




Gobetis. Sous couche d'accrochage sur support en mœllons préalablement piqueté et nettoyé - Agrégat 0-5 mm




Corps d'enduit (ou dégrossi). Il est chargé d'imperméabiliser le mur tout en rectifiant les inégalités de surface. Agrégat 0-3 mm




Couche de finition talochée puis lissée. Agrégat 0-2 mm

Les services Départementaux de l'Architecture et du Patrimoine (SDAP)

Spécifiquement pour les bâtiments inscrits ou classés et leurs abords.

Doubs
5 rue Sarrail
25000 BESANCON
Tél. 03 81 61 53 36

Jura
2 rue du Curé Marion
39000 LONS-LE-SAUNIER
Tél. 03 81 61 53 36

Haute-Saône
17 rue de l'Aigle noir
70000 VESOUL
Tél. 03 84 75 78 99

Les Conseils d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE)

CAUE du Doubs
21 rue Louis Pergaud
25 000 BESANÇON
Tél. 03 81 82 19 22

CAUE du Jura
19 avenue Jean Moulin
BP 800 48
39 000 LONS-LE-SAUNIER
Tél. 03 84 24 30 36

CAUE de la Haute-Saône
2 rue des ilottes
70 000 VESOUL
Tél. 03 84 96 97 77

Les Conseils d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement sont des associations départementales qui assurent des missions de service public. Ils apportent des conseils gratuits sur l'architecture, l'urbanisme, l'environnement et le paysage pour tout public, particuliers, élus et professionnels. Les CAUE sont régis par la loi de 1901, dont le statut est défini par la loi sur l'architecture du 3 janvier 1977.

Pour en savoir plus…

Promotion de la chaux, conseils, formation professionnelle
Le guide de la Chaux
8 rue Péclet
25000 Besançon
Tél : 03 84 81 23 60

Bibliographie

- Techniques et pratiques de la chaux,
École d'Avignon, Éditions Eyrolles, 1995

- La chaux pour bâtir et décorer,
Éditions Balthazar et Cotte / Nathan, 2003

- Le guide de l'habitat écologique,
Éditions du Fraysse, 2004

- Petit guide illustré de la chaux,
F. Carli, Les cahiers de terres et couleurs, 2001

- Enduits et badigeons à la chaux,
Iris Viagardini, Éditions Eyrolles, 2006

- Couleurs de la France,
Jean-Philippe et Dominique Lenclos, Éditions Le Moniteur, 199

- Matériaux anciens,
Librairie des éditions Vial, Dourdan France

- Réhabilitation "arts de bâtir traditionnel",
Connaissances et techniques,
Jean Coignet, Éditions Édisud, 1987

- La chaux naturelle,
Décorer, restaurer et construire,
Julien Fouin, Éditions du Rouergue

- Chaux et Arêne,
Enduit, joint, limousinage de sable et de chaux
DVD - Maisons paysannes de France

Les conseils donnés ne peuvent pas refléter tous les cas particuliers, il e recommandé de recourir aux conseils de spécialistes pour définir les pre criptions les plus adaptées au bâtiment à traiter : choix de la compositio de l'enduit, teinte, finitions et mise en œuvre.

Cette publication a été soutenue financièrement par la Directic Régionale des Affaires Culturelles de Franche-Comté.

IUP Valorisation du patrimoine

Enduits extérieurs à la chaux

13 Septembre 2009 R.Roubaud

LES ENDUITS EXTÉRIEURS A LA CHAUX

Sommaire

1. QU'EST-CE QUE L'ENDUIT ?

Enduire (latin inducere), c'est recouvrir une surface pour la protéger et la décorer. L'enduit est réalisé à partir d'un mortier.

Mortier = liant + agrégat +eau + adjuvants

Liant = de lier. Matière permettant d'agglomérer les parties composantes. À l'état frais le liant est souple. Il durcit avec le temps. Il donne la viscosité, il protège. Le liant doit être adapté au support, à la technique d'enduit et à l'aspect recherché.

agrégat = Ces matériaux inertes forment la charge des mortier ; c'est l'ossature ou le squelette de l'enduit. En général, ce sont les sables.

adjuvants = substance conférant des propriétés supplémentaires au liant ou augmentant ses qualités.

2. UN PEU D'HISTOIRE...

2.1. 30 000 ans : peinture rupestre

Les premières peintures rupestres connues (Arnhem, Lascaux, Chauvet, Altamira, etc.) étaient souvent réalisées sans liant. La plupart n'aurait pas résisté à une exposition même brève à l'air libre..
On constate une fonction décorative de ces revêtements intérieurs. On peut supposer que les hommes de la préhistoire ont découvert la chaux à partir du moment où ils ont maîtrisés le feu : des pierres calcaire entourant un foyer, et le feu brûlant nuit et jour, celles-ci ont fini par se décarbonater. Sous l'action de la pluie, ces pierres se sont re-hydratées se transformant ainsi en chaux .

2.2. Ve millénaire av. J.C.

En Mésopotamie, les premiers témoignages d'ouvrages réalisés avec de la chaux ont été découverts lors des fouilles de la ville d'Uruk (l'actuelle Warka), cité de Gilgamesh. Elles ont permis de dévoiler des édifices à caractère religieux - comme le "Temple Blanc" - construits en brique crue et recouverts d'un lait de chaux accompagnant un revêtement de mosaïques.
On constate la fonction de protection du lait de chaux sur la terre sensible à la pluie.

2.3. IIIe millénaire av. J.C. : L'égypte

L'Egypte ancienne utilisait des mortiers maigres de plâtre pour combler les vides des maçonneries cyclopéennes (tombes et pyramides à degrés, régions de Saqqarah et Abydos). La chaux, sous la forme d'un "blanc de chaux", était utilisée de son côté comme pigment.

2.4. 1900-1600 av. J.C. : la Crête

En Crête, la civilisation minoenne, influencée par l'art oriental, a laissé des fresques et des stucs à base de chaux (Palais de Cnossos).

2.5. 700 av. J.C. à 300 ap JC : l'époque romaine

Les romains améliorent la fabrication des chaux au niveau de la cuisson. Vitruve, un siècle avant JC, ne parle que de chaux grasse mais souligne la nécessité d'apports pouzzolaniques pour des

constructions en milieux humides. La notion de carbonatation est connue et de nombreux essais d'adjuvantation apparaissent : vinaigre, lait, oeuf, sang...

2.6. Moyen âge

La composition des mortiers évoluent peu ; on développe ou retrouve les recettes utilisées par les Romains. Dans l'espace méditerranéen, les chaux sont employées en stuc et en peinture pour des ouvrages de revêtement.

2.7. XVIIIe Siècle : l'époque moderne

La cuisson de la chaux s'améliore par l'évolution des four à chaux. La recherche de l'hydraulicité est au centre des préoccupations des expérimentateurs.

2.8. XIX, XXe siècle

En 1818, LouisVicat fut le premier à déterminer de manière précise les proportions de calcaire et de silice nécessaires à l'obtention du mélange, qui après cuisson à une température donnée et broyage, donne naissance à un liant hydraulique industrialisable : le ciment artificiel. En affinant la composition du ciment mis au point par Louis Vicat, l'Ecossais Joseph Apsdin réussit à breveter en 1824 un ciment à prise plus lente. Il lui donna le nom de Portland, du fait de sa similitude d'aspect et de dureté avec la roche que l'on trouve dans la région de Portland dans le sud de l'Angleterre.

Les reconstructions postérieures à la seconde guerre mondiale produisent des logements neufs n'utilisant plus la chaux : elle est en passe d'abandon.
Aujourd'hui la chaux est redécouverte, à la faveur de ses qualités, de la prise en compte du patrimoine et de la mode.

3. LE LIANT CHAUX

Le terme vient du latin *calx, calcis* signifiant pierre et qui a donné le mot calcination. La chaux est hydroxyde de calcium, $Ca(OH)_2$, obtenu à partir de la calcination d'un calcaire, $CaCO_3$, plus ou moins pur.
Pour bien comprendre la nature et les spécificités de ce liant, il est important de suivre son cycle de fabrication.

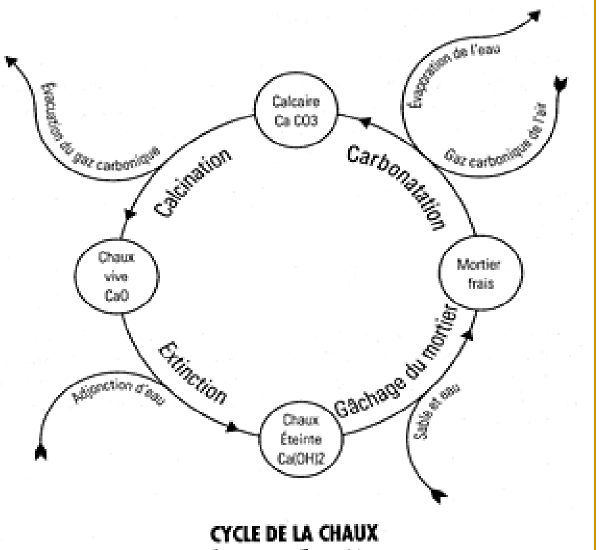
3.1. Le cycle de la chaux

3.1.1. La Pierre

Il commence par de la pierre calcaire, dite également pierre à chaux. C'est une roche sédimentaire contenant de la calcite, $CaCO_3$, qui représente environ 20 % de la croûte terrestre.

3.1.2. Calcination

Le calcaire est alors cuit à une température entre 800°C et 1100 °C. La pierre se transforme en chaux vive ou oxyde de Calcium, CaO, par évaporation du gaz carbonique CO_2. On parle de



CYCLE DE LA CHAUX
Calcaire pur → Chaux aérienne

calcination et de décarbonatation. Elle peut-être vendue plus ou moins finement broyée.
Sous l'action de la chaleur, la pierre perd 44 % de son poids, mais seulement 10 à 15 % de son volume.

$$CaCO_3 \rightarrow CO_2 + CaO$$
$$100g \quad 44\,g + 56\,g$$

3.1.3. Extinction

La chaux vive peut alors être éteinte par le processus d'extinction. On hydrate la chaux vive. L'eau gonfle les morceaux de chaux et les transforme en une pâte blanche ou une poudre blanche sèche, selon la quantité d'eau utilisée. Le processus chimique consiste donc à ajouter de l'eau H_2O à l'oxyde de chaux CaO pour obtenir de l'hydroxyde de chaux $Ca(OH)_2$.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$
$$56\,g + 18g \quad 74\,g$$

Pour obtenir une chaux en poudre à partir de chaux vive, il suffit en théorie du tiers de son poids en eau ; compte tenu de l'évaporation et de l'eau libre, on ajoute dans la réalité 50 % du poids de chaux vive. Pour obtenir une chaux en pâte, on ajoute 3 à 4 fois son poids en eau.
Les chaux plus maigres nécessitent moins d'eau pour leur extinction (seulement 1 à 2 fois).

3.1.4. Carbonatation

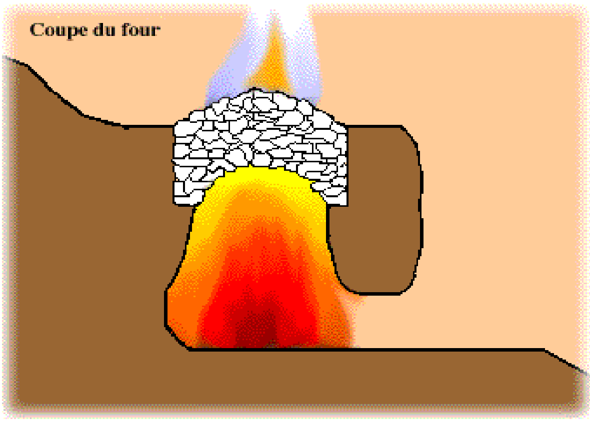
La dernière étape du cycle consiste à mettre en oeuvre cette chaux sous forme de peinture (mélangée avec de l'eau), sous forme de stuc (mélangée avec une charge et de l'eau), ou sous forme de mortier (avec un agrégat et de l'eau). La chaux se durcit alors peu à peu au contact de l'air en absorbant le gaz carbonique CO_2 : c'est la carbonatation. Ce processus de recarbonatation se produit en milieu humide : la vapeur d'eau H_2O qui a une affinité avec le gaz carbonique CO_2 forme l'acide carbonique ; la chaux ou hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ fixe alors le gaz carbonique CO_2 contenu dans cet acide et se transforme en calcaire $CaCO_3$.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 - H_2O\ \text{(évaporation)} \rightarrow CaCO_3$$

3.2. Fabrication de la chaux

3.2.1. Les fours à chaux ancien

De nombreux vieux fours existent encore, aujoud'hui abandonnés. Ils sont à proximité des lieux d'approvisionnement en pierre et en combustibles. C'est d'abord le bois qui est utilisé, puis le charbon au XIXe.



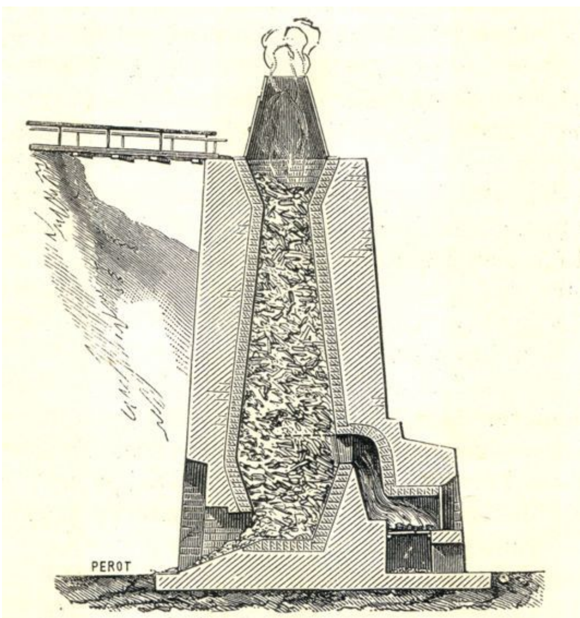
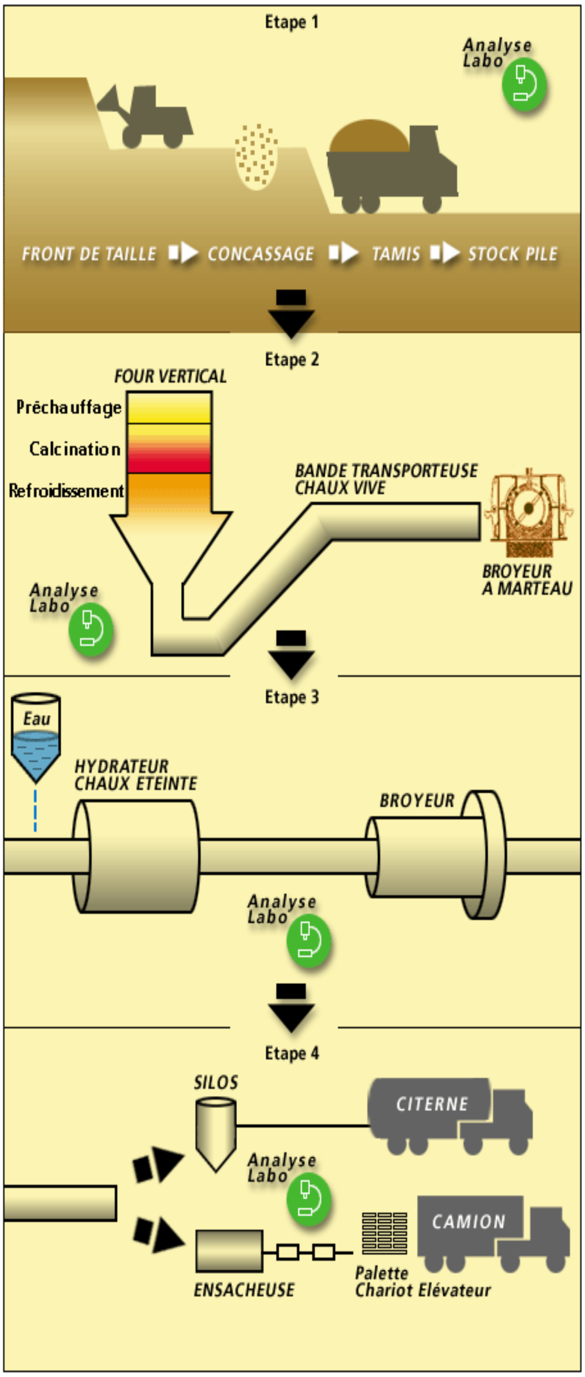


Fig. 78. — Four à chaux.

C'est de l'art du chaufournier que dépend la qualité de la chaux, en particulier d'une combustion homogène pour éviter les incuits.



extrait du site Socli

3.2.2. La fabrication industrielle

Aujourd'hui les fours les plus utilisés sont des fours verticaux.
Le temps de décarbonatation pour la pierre appelé temps de résidence est approximativement de 4 à 6 heures pour des fours produisant 600 tonnes par jour.
Il existe également des fours à cycles alternés qui produisent davantage de chaux tout en consommant moins d'énergie et des fours rotatif, consommateur d'énergie mais permettant une production de 1000 tonnes / jour.
La chaux vive est commercialisée en morceau ou en poudre après être passée au broyage.
La chaux éteinte se vend en sac de 25 à 35 kg suivant le type de chaux.
Certains industriels vendent également de la chaux en pâte et de la chaux vive.

3.3. Chaux hydraulique et chaux aérienne

Depuis des siècles, la chaux est fabriquée à proximité de son lieu d'utilisation, dans le but principal de limiter les transports. Elle est issue du calcaire local. Cela représente une multitude de gisements et donc de variétés : "*on a la chaux que l'on peut*" pourrait-on dire.
En effet, les calcaires purs sont rares.
Ils sont le plus souvent mélangés à des marnes et des argiles riches en éléments chimiques comme le fer(Fe_2O_3), l'aluminium(Al_2O_3) et surtout la silice(SiO_2).
Entre 800 et 1 500 ° C, le calcium du calcaire se combine avec ces éléments et forme des silicates de calcium(bélites C2S = 2CaO, SiO_2), mais aussi des aluminates et des ferro-aluminates de calcium.
Par contact avec l'eau, ces corps vont former des hydrates insolubles qui confèrent au liant un caractère hydraulique ; c'est-à-dire que la prise démarre dès contact avec l'eau. Le phénomène de prise hydraulique est donc essentiellement dû à la réaction entre le CaO et les silicates.
Par la suite, au contact de l'air humide, la chaux et les hydrates ainsi formés vont se carbonater (avec le gaz carbonique de l'air) pour redonner le carbonate de calcium et la silice d'origine. Cette réaction prend plusieurs mois : c'est la partie aérienne de la prise.

Cette chaux « impure », obtenue avec du calcaire plus ou moins argileux ou siliceux (jusqu'à 20 % d'argile) est appelée **chaux hydraulique naturelle**, normalisée **NHL** (Natural Hydraulic Lime).

La chaux obtenue avec un calcaire presque pur est une **chaux aérienne,** normalisée **CL** (Calcic Lime). Elle ne fait pas sa prise à l'eau.

3.3.1. L'indice d'hydraulicité

En 1820, VICAT cherche à classifier les types de chaux selon leur type de prise et leur teneur en argile. Il définit l'indice d'hydraulicité. C'est le rapport entre le poids des différents composants associés à l'argile (composant acide) et poids de calcaire.

3.3.2. La prise d'une chaux

- Argile = 0% → Chaux grasse = Prise aérienne à 100% = prise hydraulique à 0%.
- Argile < 3% → Chaux maigre.
- Argile de 8% à 15% → Chaux faiblement hydraulique.
- Argile de 15% à 19% → Chaux hydraulique.
- Argile de 19% à 22% → Chaux éminemment hydraulique.

3.3.3. La prise pouzzolanique

C'est la prise hydraulique apportée par l'agrégat à une chaux. On hydraulise la chaux. Cette réaction maîtrisée par les Romains garde, aujourd'hui encore, beaucoup de secrets. Quelques agrégats pouzzolaniques : tuileau pilé, certaines pouzzolanes broyées, basalte, terres argileuses. Les cendres de cuisson laissées dans la chaux induisaient aussi une prise pouzzolanique.

Le caractère hydraulique des chaux se traduit également par leur prise ou leur durcissement plus ou moins rapide sous l'eau.

3.4. Normalisation des chaux

La norme des chaux de construction permet de savoir si une chaux est calcique ou dolomitiques, aérienne ou hydraulique, de résistance faible ou forte, pure ou bâtardée.
Seules les chaux en pâte échappent encore à la norme NF P 15-311 ou EN 459-1.

Chaux de construction : normes NFP 15-311, EN 459 de janvier 1996

Chaux naturelles sans ajouts	Critères	Dénomination	Désignation NFP 15-311, EN 459 (1996)	Désignation précédente (1981-1996)
Chaux naturelle sans ajouts	Teneur en CaO et Mg	Chaux calcique ou «Calcic Lime"	CL90 (90% de CaO) CL80 (80% de CaO) CL70 (70% de CaO)	CAEB Chaux aérienne pour le bâtiment
Chaux naturelle sans ajouts		Chaux dolomitique ou "Dolomit Lime"	DL80 (80% de CaO+MgO) DL70 (70% de CaO+MgO)	
Chaux naturelle sans ajouts	Résistance minimum à la compression	Chaux hydrauliques naturelles ou "Natural Hydraulic Lime"	NHL 2 NHL 3,5 NHL 5	XHN ou Chaux Hydraulique Naturelle
Liants additionnés		Chaux Hydrauliques Naturelles avec ajouts de matériaux hydrauliques ou pouzzolaniques (20% maxi)	NHL-Z 2 NHL-Z 3,5 NHL-Z 5	
Liants recomposés Critères		Chaux CL et DL mélangées avec des matériaux hydrauliques ou pouzzolaniques	HL 2 HL 3,5 HL 5	Non désignés

3.4.1. Les chaux aériennes calciques "CL" ou dolomitiques "DL"

Parmi les chaux aériennes, la norme distingue les chaux calciques provenant d'un calcaire pur (CaO) et les chaux dolomitiques issues d'un calcaire magnésien (CaO et MgO).
Sur les sacs on retrouvera l'abrégé "CL" (Calcic Lime) pour les chaux calciques et "DL" (Dolomit Lime) pour les chaux dolomitiques.
Le chiffre qui suit les initiales CL ou DL donne le % de produit actif.
"CL 90" désigne un "Liant Calcique à 90 % de chaux minimum". Il existe aussi des CL 80 et CL 70 à moindre teneur en chaux.
"DL 85" ou "DL 80" désigne un "Liant Dolomitique à 85% ou 80%".

Les chaux aériennes CL sont vendues en sac de 25 kg. La masse volumique de la chaux aérienne est d'environ 500 kg/m^3. Sa légèreté est un gage de finesse.

Les chaux en pâte sont vendues en pot hermétique. Elle se conserve indéfiniment à l'abri de l'air.
La norme ne répertorie pas les chaux en pâte, il n'est donc pas possible d'en connaître la pureté. Cependant les praticiens reconnaissent ses qualités à sa finesse et sa plasticité.
La teneur en eau variable rend difficile le dosage par pesée pour la coloration et l'adjuvantation.
Elle permet un chantier plus propre (pas de poussière de chaux), pratique pour une intervention dans un intérieur déjà habité.
Ses caractéristiques colloïdales et l'absence de carbonatation partielle à l'extinction par immersion en font une chaux aérienne d'excellente qualité, plus fine que la chaux en poudre (surface Blaine plus importante).

3.4.2. Les chaux hydrauliques "NHL"

Elles se distinguent principalement par leur résistance à la compression mesurée après 1 mois de vieillissement.
Une NHL 2 est donc moins résistante et moins hydraulique qu'une NHL 3,5 et qu'une NHL 5.
Une chaux moins hydraulique sera plus transparente et plus plastique.

<table>
<tr><td colspan="11">Gamme de résistance en MPa des NHL</td></tr>
<tr><td>0</td><td colspan="2">2</td><td colspan="2">3,5</td><td colspan="2">5</td><td colspan="2">10</td><td colspan="2">15</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="4">NHL 2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4">NHL 3,5</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4">NHL 5</td><td></td></tr>
</table>

La chaux naturelle faiblement hydraulique NHL 2 est vendue en sac de 25 kg. Sa masse volumique est d'environ 500 kg/m^3.
Les chaux naturelles hydraulique NHL 3,5 et 5 sont vendues en sac de 35 kg. Leur masse volumique est d'environ 800 kg/m^3.

3.4.3. des chaux artificielles :

Les chaux NHL-Z sont des chaux NHL bâtardées avec jusqu'à 20 % de liant pouzzolanique ou hydraulique (ciment).
Les HL sont des chaux aériennes bâtardées au ciment. Elles sont souvent considérés comme artificielles.

3.4.4. La chaux dans le bâti ancien :

Le ciment ou les liants non respirant et trop rigide (chaux artificielle) sont à proscrire sur le bâti

ancien. Ils sont imperméables et empêchent les murs anciens de « respirer », de rester sain et de maintenir une atmosphère agréable dans la maison. Ils provoquent condensation, salpêtre et pourrissement des bois.
Ils sont souvent trop rigide, trop dur et fragilise les éléments de maçonnerie, parfois jusqu'à leur ruine.
Ils sont trop souvent uniforme dans leur aspect et dans leur teinte, nuisant ainsi à l'aspect final de l'enduit.

Sur les supports anciens (sans ciment) on utilisera des chaux hydrauliques naturelles NHL 3,5 pour les premières couches ou la maçonnerie. La chaux NHL 5 pourra éventuellement s'utiliser en zone soumise à l'humidité, fondation ou soubassements enterrés.
La chaux NHL 2 et la chaux aérienne CL 90 s'utiliseront en finition grâce à leur qualité de transparence, de perméance et de souplesse.

On se méfiera de l'utilisation stricte des règlements dans le bâti ancien, En particulier, on peut rappeler ce préambule des DTU, trop souvent oublié :
« *En particulier, les DTU ne sont généralement pas en mesure de proposer des dispositions techniques pour la réalisation de travaux sur des bâtiments construits avec des techniques anciennes. L'établissement des clauses techniques pour les marchés de ce type relève d'une réflexion des acteurs responsables de la conception et de l'exécution des ouvrages, basée, lorsque cela s'avère pertinent, sur le contenu des DTU, mais aussi sur l'ensemble des connaissances acquises par la pratique de ces techniques anciennes*. ».

4. D'AUTRES LIANTS :

4.1. L'argile, la terre

C'est le liant le plus ancien car il n'est pas transformé. Quand on parle de terre c'est une terre minérale ou terre franche c'est-à-dire exempte de débris organique ; à ne pas confondre donc avec la terre végétale, couche superficielle du sol, sur une dizaine de cm, qui n'est jamais utilisée en construction. Elle intervient dans les techniques de torchis, bauge ou pisé, et d'enduit terre souvent additionnée de végétaux.

4.2. Le plâtre

Du grec gypsos, plâtre, qui pourrait provenir de aiguptos, Égypte (possiblement à cause de l'utilisation courante de plâtre dans ce pays).
Le plâtre est réalisé à partir du gypse ($CaSO_4, 2H_2O$) broyé et cuit à 150°C. Le plâtre, après mise en oeuvre, redevient du gypse.

4.3. Le ciment prompt naturel :

Depuis plus de 150 ans, l'exploitation d'une veine de pierre spécifique au massif de la Chartreuse a permis la production d'un ciment particulier unique en Europe : le ciment Prompt. Ce liant naturel résulte de la cuisson à température modérée (1200°C) d'un calcaire argileux de composition régulière, suivie d'un broyage très fin. Il est utilisé à des dosages riches en liant. Il est connu pour sa prise rapide (environ 10 min).

4.4. Les ciments :

Le mélange de 80 % de calcaire et de 20 % d'argile broyé est cuit à 1500°C donne le clinker. Ce clinker est broyé et additionné de gypse (3%) et autres ajouts pour donner du ciment.
Il existe cinq classes de ciment, CEM I à CEM V. Les plus couramment utilisés sont les CEM I (33% de la production) et les CEM II (49 %).

4.5. Les bâtards :

Un « bâtard » est un mélange de liant, permettant de cumuler les avantages et compenser des inconvénients.

4.5.1. Plâtre-chaux :

C'est un mélange de 3 volumes plâtre gros, 2 volumes de sable et 1 volume de chaux aérienne. Ce mortier imite bien les travaux réalisés à l'ancien plâtre gros dit « plâtre au panier ». Il est communément appelé le MPC. C'est un mortier très résistant qui allie la lenteur de prise de la chaux et la rapidité de prise du plâtre. Il peut-être utilisé pour des scellements ou pour des réalisation de fausses pierres ou fausses briques (courant à Paris).

4.5.2. Chaux-prompt :

Le ciment prompt se combine bien avec la chaux et permet au mortier de garder des propriétés respirantes après prise. Le prompt accélère la prise et durcit fortement le mortier. Il peut-être utilisé pour des milieux humide (bassin) ou des scellements.

4.5.3. Chaux-ciment :

C'est le mortier bâtard classique, très utilisé dans les années 50-70. Il permet de rendre plus onctueux un mortier de ciment et de ralentir sa prise pour avoir le temps de travailler une façade. Le ciment annihile beaucoup des qualités de la chaux. Il pourra être utilisé pour faire une interface entre un mur en ciment et un enduit de chaux le recouvrant, évitant ainsi un travail fastidieux de piquage.

5. LES AGRÉGATS

Les agrégats sont les charges qui sont collées entre elles par le liant. Elles participent à la résistance du mortier, mais aussi à sa plasticité, sa teinte et son aspect.
Les agrégats courants des mortiers sont des sables ou des terres.

5.1. Caractéristiques des sables

5.1.1. La granularité et la granulométrie :

Un granulat est repéré par les différentes tailles de grains qui le constitue. En particulier la plus petite taille et la plus grande taille.
Un sable fin sera nommé sable 0/2, c'est-à-dire de plus petit diamètre 0 et de plus grand diamètre 2 mm. Les sables courants sont des sables 0/4 ou 0/5.
En patrimoine, les enduits sont souvent composés avec des sables plus gros pouvant aller jusqu'à 8 mm voir 10 mm. Il est important pour l'aspect d'un enduit de se rapprocher de la granulométrie existante des enduits anciens.
Le sable est un élément déterminant de la couleur et de l'aspect de l'enduit.

5.1.2. *La forme :*

On parle de granulats roulés lorsqu'ils sont extraits de rivières ou de fleuves. Ces matériaux, roulés par l'érosion, ont une forme arrondie. Ils offrent plus de plasticité au mortier.
Les granulats concassés sont obtenus après broyage et concassage. Leur structure est anguleuse.
On choisira un sable plus anguleux pour une accroche et un sable roulé pour une finition à la taloche.

5.1.3. *Les fines :*

Ce sont les particules de diamètre inférieur à 0,063 mm. Les fines contiennent les argiles.
Les fines améliorent la plasticité des enduits, leur résistance en augmentant la compacité, et apportent la coloration par les oxydes fixés avec l'argile. Trop de fines peuvent entrainer des désordres comme la fissuration de l'enduit.
Le DTU 26.1 recommande une quantité de fines de 10 à 15 % pour les enduits sur murs anciens.

5.2. Le sable local :

Les sables du commerce sont souvent mal adaptés à un enduit ancien, car ils sont systématiquement lavés. La pratique des bétons armés et du liant de ciment exige effectivement des sables lavés afin d'évacuer le plus grand nombre de fines minérales pour les remplacer par un dosage plus élevé de liant de ciment qui adhère aux aciers.
Dans le bâti ancien, on a très souvent utilisé le sable local, correspondant à la géologie du lieu ; il s'appelle parfois sable de terrain, sable à lapin, sablon, tuf ou gore. Ce peut-être également du sable de dune ou du sable de rivière

5.2.1. *le tuf :*

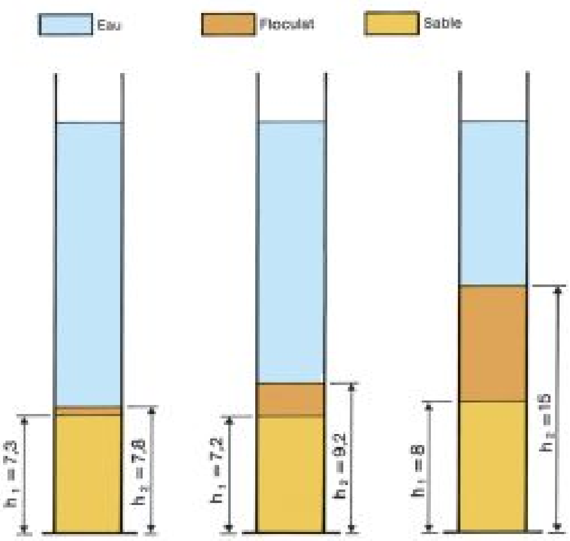
Les sables d'arène sont nommés tufs en Limousin, dans la Marche et dans tout le Massif Central.
Le tuf, dans tous les pays de roche primaire, a été employé pour toutes les constructions, dans les villes, les bourgs et les villages depuis l'époque gallo-romaine jusqu'à 1955.
Le tuf contient des oxydes colorants et de fines particules dont la taille est comprise entre un centième de millimètre et un millimètre. Ces « fines » sont à la fois d'origine cristalline et argileuse.
L'argile est issu d'une décomposition chimique du feldspath qui s'est produite sur des millénaires.
Grâce précisément à leurs oxydes et à leurs fines, ces sables d'arène confèrent aux mortiers leur couleur naturelle, infiniment plus juste pour le bâti et l'environnement que toute la palette des colorants artificiels. Avec les chaux naturelles, ces sables permettent d'obtenir le seul et irremplaçable mortier traditionnel, à coup sûr le plus authentique.

5.2.2. *Dosage d'un sable local :*

Le dosage en sable dépend bien évidemment du sable utilisé, surtout lorsqu'il s'agit d'un sable local. La teneur en fines, la granulométrie, la nature minérale vont influer sur le mortier.
C'est l'expérience du maçon de savoir choisir son sable et le corriger pour l'usage souhaité.

5.2.3. *Évaluation du taux d'argile :*

Le taux d'argile, ou en simplifiant, le pourcentage de fines vont jouer sur la plasticité du mortier et la couleur de l'enduit.
Un sable sans fines, dit sable creux ou sable cru, sera



Sable gros au fond - Fines en haut

plus raide à jeter, moins coloré (ce qui rendra l'enduit plus blanc après séchage), et aura plus de vides.
La teneur en fines peut s'évaluer grossièrement en compactant dans la main un boudin du sable. Si le boudin reste compact alors la teneur est élevée, s'il est cassant et friable, il a peu de fines. Un tuf riche en fines se rapproche d'une argile, un tuf pauvre en fines se rapproche d'un sable.
On peut mesurer plus exactement la teneur en fines par la méthode dite de « l'équivalent sable » ou plus simplement par la méthode de l'éprouvette : on mélange le tuf avec de l'eau dans une bouteille, on secoue et on laisse décanter. Les particules fines redescendent en dernier et se dépose sur le sable en une frontière bien délimitée.

L'argile joue également le rôle de liant ; elle permet de doser moins en chaux. Elle a également un rôle pouzzolanique et monte l'hydraulicité des chaux.

5.2.4. Mesure des vides

La mesure des vides d'un sable sert à déterminer le dosage en liant d'un mortier.
Dans un bon mortier la compacité doit être maximale, c'est-à-dire que le liant et le granulat laisseront le moins de vide possible.
Il faut remplir un volume de sable d'eau jusqu'à saturation et déterminer la proportion d'eau qui a rempli les vides.

6. LES ENDUITS

6.1. Rôles d'un enduit :

L'enduit a pour fonction de décorer et de protéger.

6.1.1. La protection:

Il protège des agressions extérieures des maçonneries parfois fragiles. Il joue un écran protecteur pour limiter les réactions chimiques entre l'air et les constituants des ouvrages. Il doit éviter la pénétration des eaux de pluie pour l'amélioration du confort intérieur et éviter les dégradations dû au gel. Il évite le lessivage des éléments constitutifs du limousinage des murs, tel les calages ou les mortiers à base de terre et les protège des agressions extérieures (animaux, insectes).
Bien souvent la notion de protection de l'enduit est négligée ; au détriment du bon fonctionnement du bâti, on choisit malheureusement de voir toutes les pierres et piquer l'enduit protecteur.

Il faut également respecter la logique d'un mur ancien et laisser respirer la maçonnerie en favorisant l'évacuation de l'humidité interne par un enduit perméable à la vapeur d'eau. C'est pourquoi la chaux est parfaitement adapté et le ciment est à proscrire ! De nombreux dégâts ont été causé par une utilisation inadaptée de mortier de ciment pouvant aller jusqu'à la destruction d'un bâti. Heureusement cet aspect technique important n'est plus à prouver aujourd'hui et il est acquis pour beaucoup de professionnels du bâti ancien.

6.1.2. La décoration:

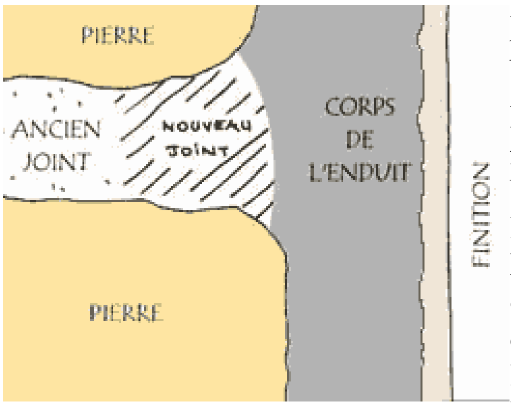
La fonction de décoration sera à adapter en fonction du bâti, des façons de faire locale, de l'époque et des matériaux. Dans un premier, c'est l'observation attentive du bâti et de son environnement qui seront les premiers indices. Attention, le premier coup d'oeil est parfois trompeur ! Les murs qui n'ont pas été entretenus présentent souvent un parement de pierres plus ou moins visibles. Avant d'en déduire que le mur était en pierres apparentes, regardez sous la toiture. Le plus souvent les enduits

se dégradent d'abord en pied de mur sous l'effet de l'humidité. Il reste des traces d'enduit seulement sous la toiture. Avec un peu de recul vous observerez également que les joints sont en creux en pied de mur et pleins en haut. La référence est bien sûr à prendre sur les parties les moins dégradées.
Au premier coup d'oeil, on peut également confondre des enduits dégradés avec un rejointoiement à "pierres vues" ou "à joints beurrés", alors qu'il s'agissait à l'origine d'un enduit en plein.
Si l'on observe des pierres taillées d'encadrement en relief par rapport à une maçonnerie de pierres tout-venant, un enduit s'impose.
Dans la réfection d'un enduit ancien, des choix s'offrent à nous. Si l'on cherche la restitution à l'identique, on refera les enduit tel qu'ils étaient et attendre 20 ou 30 ans qu'ils se patinent, au risque de paraître neufs par rapport aux enduits voisins. On peut aussi prendre le parti de vieillir cet enduit neuf ou de la patiner.

6.2. Fabrication des mortiers :

Le mélange peut être fabriqué manuellement ou mécaniquement à la bétonnière ou au malaxeur.
C'est la quantité à préparer qui permettra de choisir la méthode.
Un mortier de chaux aérienne peut être gardé longtemps s'il est conservé à l'abri de l'air (car la prise est seulement aérienne). Il suffira par exemple de le conserver dans une poubelle recouvert d'un film d'eau. Il est conseillé de préparer le mortier de chaux aérienne la veille de son utilisation car il sera plus onctueux et se travaillera plus facilement.
Certains praticiens considère qu'il est possible de réutiliser un mortier de chaux hydraulique d'un jour sur l'autre, à condition de l'avoir protégé de l'air. Il faudra alors rebattre la chaux le lendemain en ajoutant un peu d'eau.

6.3. Support de maçonnerie :



Le support doit présenter des caractéristiques suffisantes pour permettre une bonne accroche de l'enduit.

L'accroche est essentiellement mécanique (par les formes) mais en partie physico-chimique.
Une analyse précise du support doit permettre de choisir l'enduit adapté.
Les structures des bâtis anciens sont souples et déformables, elles ne peuvent donc pas recevoir des mortiers en ciment qui sont durs et cassants. La souplesse des mortiers de chaux, leur prise lente et leur perméabilité à la vapeur d'eau en font les seuls mortiers bien adaptés au bâti ancien (hormis le plâtre gros dans certaines régions, dont l'Ile de France).
Les murs devront être bien nettoyés, les joints seront légèrement dégarnis, lavés et dépoussiérés à très faible pression.
Les supports seront humidifiés à refus la veille, et remouillés avant application. Un mur insuffisamment humidifié absorbera rapidement l'eau contenue dans le mortier entrainant des désordres important à l'enduit (défaut d'accrochage). Une attention particulière sera apportée sur support brique.

6.4. Mise en oeuvre des enduits :

Les enduits peuvent être réalisés en deux ou trois couches avec un délai de 48 heures minimum entre couche. Les enduits anciens peuvent souvent être monocouche, surtout en milieu rural où l'économie de moyen prédomine. Ce peut même être un simple écrasement du mortier de hourdage de façon à

beurrer le joint et tenir les calages.

L'application d'un mortier de chaux doit respecter des conditions. Les conditions sont spécifiées par le DTU 26-1 sur les enduits à la chaux. La température doit être comprise entre 5 °C et 30 °C et il faut éviter la période hivernal de même qu'un temps trop sec ou trop ensoleillé ; il existe la possibilité de bâcher pendant au moins 24 h. Les saisons les plus propices sont le printemps et l'automne.

6.5. <u>Jointoiement :</u>

« Faut-il laisser les pierres apparentes ou enduire ? »
Une des premières questions à se poser consiste à savoir si l'on va se contenter de refaire les joints ou de faire l'enduit en recouvrant l'ensemble du parement (mis à part les pierres taillées en légère saillie). Nous avons déjà amorcé cette réflexion dans la décoration au paragraphe 6.1.2. Mais il est bon d'y revenir, car une erreur fréquente consiste « à faire voir » les pierres, parfois même au point de pouvoir les compter toutes.
Un inventaire mené sur le territoire par deux élèves de l'IUP a abouti à 52 % d'enduit en plein, 8 % de pierres vues et 11 % de joints beurrés.

Le jointoiement est une technique rencontrée sur bâtiments modestes ou sur des faces protégées et/ou peu visible d'un bâti d'habitation. Le reste du temps, la technique est d'enduire en plein. Et ce n'est que l'usure du temps qui a laissé apparaître les pierres et non le travail de l'homme de l'art.

Pour un jointoiement, on dégarnira légèrement les joints et on rejointoiera en une ou deux couches, en prenant soin de reprendre les calages et d'en remettre s'il le faut. Les joints seront recoupés à tête de pierre avec le tranchant de la truelle en évitant les surépaisseurs ou les creux, et éventuellement lissé à la truelle pour resserrer le mortier et améliorer sa tenue.
Le jointoiement est souvent réalisé à joints beurrés, c'est-à-dire dans la continuité de la réalisation de la maçonnerie. Les pierres sont posées à joints soufflants, chassant le surplus de mortier en un léger boudin vers l'extérieur de la façade. Ce joint est alors écrasé à la truelle pour garantir une meilleure protection des petits calages, tout en s'écomonisant une opération supplémentaire de jointoiement.

6.6. <u>Les enduits à fleur de bosse :</u>

On l'appelle souvent « enduit à pierres vues », mais cette technique se doit de ne laisser que peu voir les pierres. Elle a pour origine, un enduit en plein ancien, qui lavé par le temps à lisser voir quelques tête de pierres.
L'enduit doit être affleurant à la surface des pierres mais surtout pas en surépaisseur. La surface générale doit former un beau plan présentant une vraie diversité avec des matériaux issue du terroir. La finition peut se faire à la taloche ou au tranchant de la truelle, l'enduit n'étant ni lissé à l'éponge ni brossé.

6.7. <u>Enduit en plein :</u>

L'enduit en plein est la situation la plus courante en bâti ancien sur la façade principale d'un bâtiment d'habitation.
Il n'est jamais en surépaisseur par rapport au pierres de chaînage ou d'encadrement, mais toujours au nu de celles-ci. Il peut les recouvrir partiellement et ne dessine pas leur contour de manière ostentatoire. On ne doit jamais comme c'est le cas aujourd'hui, chercher à élargir les joints des

pierres de taille et d'encadrement pour y introduire une épaisseur « réglementaire » de mortier.
Il faut également suivre le mur et suivre ses défauts de parement et de planéité, sans chercher à redresser ce support par des surépaisseurs d'enduit qui ne conduirait qu'à un aspect rigide et sans vie.

Le DTU 26.1 (Document Technique Unifié ou règle de l'art) considère l'enduit « traditionnel » comme un enduit en 3 couches dont chacune a une fonction et un dosage particulier.
On peut suivre cette méthode dans la mesure où elle ne conduit pas à des surépaisseurs en inadéquation totale avec le support. En effet, lorsque les pierres taillées en encadrement sont très légèrement en saillie, il faut recouvrir les pierres tout-venant de la façade et venir « mourir » sur les pierres d'encadrement, dans leur nu, sans surépaisseur. Or la technique du « 3 couches » conduit parfois à des surépaisseurs (le DTU recommande un minimum de 15 mm) amenant l'enduit 2 cm au dessus des pierres d'encadrement ; la façade est totalement défigurée, et les majestueuses pierres d'encadrement ne sont plus qu'une tache au milieu d'un creux d'enduit souvent uniforme.

6.7.1. Le gobetis :

C'est la première couche ; elle joue le rôle d'accroche. Le gobetis s'effectue sur la totalité du parement à enduire et consiste à « salir » le support à l'aide d'un mortier gras (assez riche en liant) et plutôt liquide (comme une soupe). Il est dosé à 1 volume de chaux pour 2 volumes de sable creux de carrière 0/5. Le dosage riche compense le manque de fine du sable creux et améliore l'accroche par un meilleur « collage » sur le support. La fluidité et le sable creux laissent une surface très granuleuse améliorant l'accroche des couches suivantes. Cette couche est très faible en épaisseur, de la taille du plus gros grain c'est-à-dire 5 mm. Si le support est en petites pierres, un dégarnissage des joints suffira pour l'accroche des couches suivantes et on se passera de gobetis.
En même temps que le gobetis on peut appliquer un renformis qui consiste à jeter le même mélange mais un peu plus épais pour boucher les grosses irrégularités du support. Le gobetis sera réalisé avec une chaux hydraulique de type NHL 3,5 sauf sur support terre où l'on utilisera une chaux hydraulique NHL 2.

6.7.2. Corps d'enduit :

Le corps d'enduit est la partie résistante, qui assure la protection du support. Il permet également de dresser le support. En bâti ancien, il faudra laisser les irrégularités du support et éviter un dressage général du parement. Le corps d'enduit est donc relativement épais ; on considère qu'il doit faire au moins 10 mm, mais les « façons de faire » locale doivent prendre le pas sur le règlement.
Le dosage en chaux diminue au fur à mesure des couches ; c'est-à-dire que la chaux sera de moins en moins hydraulique et le dosage de plus en plus faible. D'autant plus si on utilise un tuf qui apporte hydraulicité et liant. On utilisera 1 volume de NHL 2 ou de NHL 3,5 pour 3 à 4 volumes de sable. Le tuf sera utilisé de préférence, permettant une meilleure plasticité de l'enduit et une plus grande facilité au jeté.

6.7.3. Finition :

Le corps d'enduit et la finition peuvent faire l'objet d'une seule couche, permettant de gagner du temps, de la matière et d'éviter les surépaisseurs. On se rapproche d'autant plus des façons de faire anciennes.
Le choix du sable est important, car il donnera la teinte par l'argile qu'il contient, par les gros grains qui apparaîtront, et l'aspect par sa façon de se comporter au contact de l'outil.
Le dosage chaux/tuf doit être plus faible que les couches précédentes pour favoriser l'évacuation de l'humidité du mur vers l'extérieur. Le dosage ne doit pas être trop important pour éviter des fissurations par faïençage. On préparera le mortier en quantité suffisante pour une certaine homogénéité de la teinte.
La chaux sera moins hydraulique que les précédentes. Une chaux faiblement hydraulique ou

aérienne sera plus transparente qu'une chaux moyennement ou fortement hydraulique et rendra ainsi mieux la teinte du sable.
De nombreuses finitions existent aujourd'hui. On se rapprochera le plus possible d'une finition existante. Les finitions les plus classique dans l'ancien sont certainement le jeté- recoupé et le lissé truelle. Le jetis au balais est plutôt courant sur des demeures prestigieuses. L'usage de la taloche date du XIXe et s'est souvent généralisé aujourd'hui.
Beaucoup de solutions actuelles consistent à vieillir le parement : l'enduit à pierre vue, les enduits lavés et surtout l'enduit gratté que l'on voit sur toutes les maisons aujourd'hui, des pavillons aux châteaux et du Nord au Sud.
La difficulté d'appliquer rigoureusement une technique ancienne est donc de se démarquer des solutions standards au risque de paraître déplacé.

7. LA CHAUX DANS LA PEINTURE :

En se servant de la chaux comme liant, l'artisan peut mettre en oeuvre deux techniques de peinture :

- « *a fresco* » : les couleurs s'intègrent sur un enduit frais. C'est la technique de la fresque héritée des Romains ;
- « *a secco* » : le mélange chaux + pigment + eau forme une pellicule sur le mur d'un enduit sec. Cette méthode se rapproche d'une peinture classique.

La peinture à la chaux a longtemps été abandonnée par les professionnels et s'est retrouvée reléguée à une pratique presque rurale : chaulage de maison, d'étable...

Les nombreuses recherches menées permettent aujourd'hui de mieux comprendre le fonctionnement et les problèmes de farinage, de décollement, de tâches...

7.1. Qualité de la peinture à la chaux

7.1.1. Textures et tonalités

Les professionnels ont pu redécouvrir les qualités de ce liant aujourd'hui d'actualité, et apprécier la variété des textures et des tonalités que la chaux permet d'obtenir.
Le blanc de chaux n'a jamais été surpassé par aucun pigment artificiel. Si l'on compare un chaulage avec une façade peinte avec un autre type de blanc, cette dernière apparaîtra grisâtre ou bleutée.
Dans les façades de couleur, le blanc de chaux agit comme une impression, car il dote d'une plus grande lumière le pigment utilisé.
L' « imperfection » de sa finition donne du relief et de la profondeur à l'ensemble. Sur une façade peinte à la chaux, il est facile de voir la main de l'homme qui a exécuté le travail : les textures ne sont pas uniformes et planes, la couleur est plus accentuée à la fin de chaque coup de pinceau et des tâches de couleurs accompagnées de petites migrations de pigment apparaissent à des endroits déterminés. Le temps et l'usure donne une patine qu'aucun autre matériau ne réussit à créer.

7.1.2. Respirante

La peinture à la chaux permet au mur de respirer, car la chaux est perméable à la vapeur d'eau. Elle joue donc un rôle de régulateur d'humidité des locaux et diminue la formation de poches d'humidité.
Cette porosité n'est pas incompatible avec sa dureté et sa résistance. La peinture à la chaux subit le même processus de carbonatation qu'un enduit et joue un rôle protecteur par la couche de carbonate de calcium formée dans le temps.
La peinture à la chaux est la plus adaptée sur des supports respirants comme la brique, la pierre ou les enduits de mortier, car elle favorise leur conservation.

7.1.3. Propriétés sanitaires

Les propriétés bactéricide et désinfectante de la chaux sont connues depuis l'Antiquité. Le pH élevé de la chaux attaque l'acidité des organismes vivants d'où son action antimicrobienne et antiparasitaire. Ces qualités ont longtemps été utilisées dans les maisons et les étables.

7.1.4. Qualité écologique

La chaux est un matériau d'origine naturelle qui retourne à l'état naturel à la fin de son cycle.
Le chantier ne génère donc pas de déchets chimiques ou de problèmes de toxicité.

7.2. Le liant : chaux aérienne ou chaux hydraulique naturelle ?

Le choix peut se faire selon le critère de :

- luminance : CL = 0,85, NHL < 75 ; la chaux aérienne est plus transparente. Les chaux hydrauliques donnent des teintes moins fortes.
- Les caractéristiques du support : on prendra plutôt une chaux de même nature que celle de l'enduit.
- Les conditions de mise en oeuvre : pluie, température, vent, délai (la chaux aérienne est sensible plus longtemps aux mauvaise conditions).

Une chaux aérienne calcique (norme CL90) est conseillée dans tous les cas et impérativement, sur les supports à base de plâtre.
Sur un enduit bâtard composé de ciment et de chaux, on peut aussi appliquer directement un badigeon à la chaux hydraulique de norme NHL 3,5 ou NHL 2.
NE PAS UTILISER de chaux hydraulique "HL" ni "NHL 5" ni "NHL-Z".

8. LES PIGMENTS :

8.1. Qu'est-ce qu'un pigment ?

Ce sont des particules micrométriques qui agglutinées à la chaux, la colorent.
On distingue les pigments minéraux et les pigments organiques, déconseillés car la chaux les altèrent.
Ils peuvent être naturels ou artificiels.

8.2. Caractéristiques des pigments compatibles avec la chaux

Le pigment le plus adapté pour la chaux sera celui qui résiste le mieux aux alcalis, à la lumière, à l'action des agents atmosphériques et à l'attaque des acides pour éviter les efflorescences.
La plupart des fournisseur indique les compatibilité avec tel ou tel type de liant ou technique.
Les tarifs varient fortement de 40 € les 25 kg à 220 € les 10 g ! En général les terres sont moins chères.

8.3. Les terres et ocres

Ce sont des pigments minéraux naturels. Leur utilisation remonte à la préhistoire. Selon Anne Varichon, le premier broyage attesté d'ocre rouge remonterait à plus de 90 000 ans (Nazareth). L'emploi des terres rouges aurait en premier lieu trouvé un usage corporel.
L'emploi de terres jaunes coïnciderait avec les premières calcinations de celles-ci, destinées à les faire rougir, il y a 40 000 ans.
La qualité et la couleur du pigment variait avec l'origine géographique, jusqu'à ce que l'on identifie

leur lieu traditionnel d'extraction, comme la terre de Sienne ou la terre d'ombre de Chypre.
La France était la première productrice d'ocre en 1930 avec 40 000 tonnes pour un total de 90 000 tonnes sur le globe. La consommation s'est amenuisée jusqu'à 2 000 tonnes 1970.

Les terres sont le pus souvent à base d'oxyde de fer jaune ou rouge, d'argile, de quartz parfois mêlé à des oxydes de manganèse formant une couleur brune.

- Les jaunes : l'ocre jaune, le jaune de mars ou oxyde de fer jaune, la terre de Sienne naturelle,
- les rouges : l'ocre rouge, le rouge ercolano, rouge de Pouzzoles, la terre de Sienne brûlée, le rouge de mars ou oxyde de fer rouge
- le vert : la terre verte,
- le brun : Terre d'ombre naturelle, Terre d'ombre calcinée, Le brun Van Dick :
- le noir : noir de mars, Terre de Cassel, Noir de fumée

Avec les pigments naturels, la peinture acquière des tonalités plus mates et plus terreuses.

8.4. Les pigments artificiels :

Attention, les pigments artificiels sont des produits chimiques. Il s'agit de vérifier leur toxicité (plomb, strontium, baryum...). Certains mélanges ne font pas bon ménage entre eux !
Les marchands de couleurs vous renseigneront sur les compatibilités et les usages.

On pourra simplement se contenter d'oxydes et faire des mélanges. Les oxydes sont les oxydes de fer qui donnent du jaune de mars, du rouge de mars, du marron de mars et du noir de mars.

Pour le vert, il faudra prendre de l'oxyde de chrome.

8.5. Remarques sur les pigments

Au moment de choisir la couleur adéquate, il faut se rappeler que les couleurs s'éclaircissent (parfois jusqu'à 50 %) en séchant et qu'elles n'atteindront leur tonalité définitive qu'au bout de 3 semaines environ, suivant le type de chaux.
Il est donc important de réaliser des essais et échantillons. Surtout si l'on veut l'accord d'un client.
Les essais peuvent être séchés artificiellement au sèche-cheveu pour « aller plus vite » ; le résultat ne sera cependant pas tout à fait le même qu'en laissant une carbonatation lente et peut faire apparaître des tâches blanches de chaux.
Dans le cas d'une recherche de couleur par mélange, il importe de réaliser un pourcentage de pigment en masse, par pesée, car il y a de grosses différences de masse volumique entre les pigments.

9. LES BADIGEONS ET LAITS DE CHAUX

9.1. Dosage des « laits de chaux » : eau/chaux

L'eau a 3 rôles :

- donner sa plasticité au lait de chaux ;
- sert de catalyseur pour la carbonatation de la chaux aérienne : le gaz carbonique transforme l'eau en acide carbonique ; le CO_2 se fixe alors sur l'hydroxyde de calcium ;
- permette la cristallisation dans le cas d'une chaux hydraulique.

Le dosage eau/chaux dépend essentiellement de la texture que l'on souhaite obtenir. Plus le volume d'eau sera faible, plus on obtiendra un lait de chaux épais. Cette fluidité influe directement sur l'aspect final. Le lait de chaux sera masquant et bouche pores ou fluide et plus aquarellé.

D'après l'Ecole d'Avignon :

	Chaulage	Badigeon	Eaux Fortes	Patines
Chaux en poudre en volume	1	1	1	1
Eau en volume	1	2 à 3	4 à 6	10 à 20
Limite de saturation % de pigment maximum par rapport à la masse de chaux	10 : terres 5 : oxydes	25 : terres 15 : oxydes	65 : terres 35 : oxydes	95 : terres 55 : oxydes

9.2. <u>Saturation des pigments</u>

Au delà d'un certain pourcentage, l'ajout de terre ou d'oxyde ne modifie plus la teinte, la couleur. On parle de limite de saturation des couleurs. Dépasser ces limites ne permet pas de « monter » en couleur. L'ajout excessif de pigment épaissit le mélange et augmente la charge à fixer ; cela peut entraîner des problèmes (farinage, décollement, nuance de couleurs, tâches, micro-faïençage).
Les valeurs limites sont différentes pour des terres ou des oxydes : *voir tableau ci-dessus*.

9.3. <u>Utilisation des différents types de laits de chaux</u>

	Observations	Utilisations
Chaulage	Il avait un rôle d'entretien et antiseptique. épais, il est masquant et laisse apparaître les traces de pinceau (cordage).	Épais, aspect rustique souvent blanc, usage sanitaire technique à sec
Badigeon	Il ne corde pas mais masque la texture du support	Aspect masquant couleurs peu saturées
Eau forte	Moins épais, sa coloration sera plus transparente, laissant voir la texture du support. On peut monter en couleur.	Aspect transparent possibilités de couleurs vives, concentrées
patine	On l'utilise pour patiner, vieillir des pierres neuves ou une reprise d'enduit.	Grande transparence, privilégiant la texture du support uniformisation de zone de parement, vieillissement

9.4. <u>Mise en oeuvre des laits de chaux « a secco »</u>

9.4.1. <u>Les supports</u>

Les supports traditionnels de la peinture à la chaux sont les supports minéraux : la pierre, la brique, la terre, les enduits à la chaux, les enduits plâtre-chaux. Ce sont des supports à fonds ouverts (poreux, absorbant) qui laisse passer l'air (respirant) et compatible avec la chaux.
Selon la nature géologique des pierres, la tenue sera variable : les laits de chaux ont une meilleure tenue sur les pierres basiques (calcaires) possédant une bonne porosité.

Sur le plâtre le farinage et le décollement sont fréquents.
Les peintures organiques, le bois, les matériaux contemporains (PVC,...), les plâtres et placoplâtres ne conviennent pas comme support pour une peinture à la chaux.
Toutefois, une adjuvantation adaptée permettra en général de résoudre les problèmes d'accroche. Il existe dans le commerce des sous-couche d'accroche toute prête. Cependant, on perdra beaucoup de la qualité de la peinture, en particulier ses qualités respirantes et parfois jusqu'à son aspect.
Il faut également se rappeler le dicton des peintres « *le gras porte sur le maigre* » ; c'est-à-dire que lorsque la sous-couche est stabilisée par une résine (acrylique ou latex par exemple), les laits de chaux la recouvrant comporteront une adjuvantation en résine (la même) dans des proportions semblables.

9.4.2. Préparation des supports

Les supports devront être propres et sans parties pulvérulentes.
Ils seront nettoyés à l'eau et à la brosse plus ou moins dure suivant le support.
Ils devront présenter une granulométrie suffisante pour l'accroche : il faut éviter les surfaces trop lisses. Au besoin une accroche mécanique peut-être obtenue avec un granulat très fin dans une sous-couche d'accroche (quartz, poudre de marbre).

Le support doit être humidifié avant chaque couche. Un support sec absorberait l'eau du lait de chaux et provoquerait un farinage.
Un excès d'eau provoquerait un défaut d'accroche et une perte du pouvoir couvrant.
Une solution consiste à humidifier abondamment la veille et à ré-humidifier superficiellement (au pulvérisateur) le jour-même.
Un support à fond fermé absorbera moins d'eau qu'un support à fond ouvert

9.4.3. Conditions d'exécution:

Les conditions sont spécifiées par le DTU 26-1 sur les enduits à la chaux.
La température doit être comprise entre 5 °C et 30 °C et il faut éviter la période hivernal de même qu'un temps trop sec ou trop ensoleillé ; il existe la possibilité de bâcher pendant au moins 24 h. Les saisons les plus propices sont le printemps et l'automne.

9.4.4. Préparation de la peinture :

Il faut d'abord préparer la quantité de peinture pour l'ensemble des travaux, afin d'avoir une uniformité dans la teinte.
On considère une consommation de chaux par m² et par couche suivante :

badigeon	eau forte
60 g de CL	30 g de CL
90 g de NHL	50 g de NHL

Cette consommation dépend de la quantité d'eau et de la capacité d'absorption du support.

En premier lieu, on fabrique le lait de chaux à partir d'eau et de chaux en pâte ou en poudre selon le dosage désiré (*voir chap 6*) et éventuellement additionné d'agent mouillant pour améliorer la dispersion du pigment.

Le lait est mélangé à l'aide d'un malaxeur mécanique quelques minutes puis tamisé pour éliminer les impuretés et particules déjà carbonatées (incuits et surcuits).
Le pigment est pesé suivant le dosage désiré . Il est dilué dans l'eau puis tamisé
Le lait de chaux est alors pigmenté et mélangé au malaxeur pour homogénéisation. On peut rajouter de l'eau pour obtenir la consistance souhaitée.
Il est préférable de fabriquer la peinture la veille et de la laisser reposer afin que l'eau « mouille » bien la chaux et les pigments, d'autant plus si l'on utilise de la chaux en poudre.

9.4.5. <u>Mise en oeuvre:</u>

Une couche d'uniformisation du support peut être passée à l'aide d'un badigeon blanc.
Le badigeon se passe en deux couches minimum.
Les couches sont posées croisées : horizontalement et verticalement ou en chevron. L'aspect final dépend du sens de pose. A l'extérieur la dernière couche sera posée verticalement pour faciliter l'écoulement de l'eau de pluie.
Le badigeon se pose à la brosse très large en soies naturelles. La couche est appliquée couvrante et on ne cherche pas à « tirer » le badigeon comme on le ferait avec une peinture organique.
En cours d'utilisation, il faut continuellement mélanger le badigeon pour éviter un dépôt de chaux et de pigment au fond du pot.
On commence par les rechampissages du plafond, des huisseries et autres raccord.
Toutes sortes de techniques peuvent être employé, comme l'emploi d'éponges ou de chiffons pliés pour des effets décoratifs.
Pour la conserver, il ne faut pas laisser la peinture en contact avec l'air pour éviter toute carbonatation.

10. BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE:

Enduits et badigeons à la chaux, Centre de Formation et de Perfectionnement de Maisons Paysannes de France, document de stage de formation

Les matériaux naturels, Jean-François Bertoncello, Julien Fouin, éditions du Rouergue

Mortiers pour enduire, peinture à la chaux, école d'Avignon, document de stage de formation

Les sables pour enduit, MPF Haute-Vienne

Les chaux naturelles, Luc Nèples

Réaliser un enduit ancien, Luc Nèples

La chaux et le stuc, guide pratique, école atelier de restauration, centre historique de Léon, Eyrolles

Techniques et pratique de la chaux, école d'Avignon, Eyrolles

http://mpflimousin.free.fr

NF P 15-311 « chaux de construction », 1996

DTU 26.1 « enduits aux mortiers de ciment, de chaux, de mélange plâtre chaux aérienne »

La peinture à l'huile, Albert Châtaigner, revue Maisons Paysannes de France N°92, 93, 94, 95 – 1989 – 1990

http://www.dotapea.com

Les techniques de la peinture murales, Marcel Stefanaggi, cours sur la conservation des peintures murales, université de Paris XIII, 1997

Ocres et terres, secrets d'atelier, Jean Claude Pelletier, les cahiers de terres et couleurs

Petit dictionnaire des couleurs et des matières colorantes, Annick Chauvel, Erec

Chaux et arênes, tuf et gore, enduits, joints, limousinage, Michel Auzemery, DVD, Maisons paysannes de France, Compagnie taxi-Brousse

Matériaux et savoir faire dans l'habitat traditionnel creusois, Cousty Guillaume, Guérinet Candie, CAUE de la Creuse, IUP Valorisation du patrimoine

QU'EST CE QU'UN ENDUIT ?

Les enduits sont constitués de deux composés :
- de liant : chaux, plâtre, ciment ou argile.
- de charges minérales : agrégats, granulats, sable, poussière de marbre, pouzzolane.

Généralement dans un rapport de 1/3 de liant pour 2/3 de charges minérales..

ENDUIT TRADITIONNEL ET ENDUIT MONOCOUCHE

En fonction de leur mise en œuvre, les enduits se divisent en deux groupes : les produits traditionnels et les produits prêts à l'emploi, autrement dit monocouches.



L'enduit traditionnel : Il se pose en plusieurs couches et se prépare sur le chantier. Il convient en particulier aux surfaces peu lisses, qui présentent des trous ou des fissures. Ce type de produit se prépare en trois temps. Vous devez appliquer une première couche d'accrochage. Vient ensuite le corps de l'enduit, la couche la plus épaisse (10 à 12 millimètres). Ce corps permet de rectifier la surface. Il ne se travaille pas à la truelle, afin de rester rugueux. Il doit sécher 48 heures environ. Dernière étape, la finition ou le parement pour l'aspect définitif.

L'enduit monocouche : Il est prêt à l'emploi. Cet enduit convient aux surfaces planes ou qui présentent des défauts mineurs (moins d'un centimètre). Il s'applique en une passe généralement mais vous pouvez utiliser deux couches pour mieux couvrir les irrégularités du support et éviter les joints fantômes.

LES ENDUITS INTÉRIEURS

A l'intérieur de votre habitation, les enduits peuvent servir à rectifier les surfaces ou à préparer les supports avant la pose d'un revêtement, comme de la peinture ou du papier peint. Certains produits peuvent servir directement à embellir vos murs ou à améliorer votre confort acoustique.

Les enduits de ragréage intérieur : Ils s'utilisent pour lisser les surfaces et pour obternir la décoration.

Les enduits de correction acoustique : Ils permettent d'absorber en partie le bruit, grâce à leurs granulats ou leurs fibres.

Les enduits de lissage des sols : Ils préparent les sols avant la pose d'un parquet collé ou d'un revêtement mince.

LES ENDUITS EXTÉRIEURS

Destinés aux façades, les enduits extérieurs peuvent uniformiser les supports, les imperméabiliser, les isoler ou leur donner du cachet, grâce à des effets spécifiques.

Les enduits d'imperméabilisation : Ils se déclinent en plusieurs types de produits, en fonction de leur mise en œuvre. Les traditionnels se posent en trois couches : accrochage, corps d'enduit et finition. Des enduits plus récents bicouches et monocouches sont également disponibles.

Les enduits de ragréage extérieur : Ils s'utilisent pour corriger les défauts de façade et doivent être recouverts par une couche de finition.

Les enduits isolants : A base de liège ou de perlite, ils améliorent l'isolation thermique par l'extérieur et doivent être recouvert d'une finition.

L'ENDUIT D'ARGILE

UN SENTIMENT DE CONFORT NATUREL

De nombreuses variables influencent le sentiment de confort de l'habitant au sein d'une maison.

Les principales sont :

- La température
- Le taux d'humidité
- La qualité de l'air
- La circulation de l'air

Le choix des matériaux et des techniques de construction a des conséquences directes sur ces variables et sur le sentiment de confort au sein de votre maison.
Quand vous faites le choix de l'argile, vous choisissez les qualités d'un matériau reconnues depuis des millénaires, mais aussi les performances naturelles d'un matériau d'exception.

UNE RÉGULATION D'HUMIDITÉ AMBIANTE INÉGALÉE

L'argile agit naturellement comme régulateur du taux d'humidité. Elle va l'absorber quand elle se présente en grande quantité et la restitue progressivement quand l'air est trop sec. On le constate facilement dans une salle de bain où les murs plafonnés à l'argile supprime la traditionnelle vapeur d'eau sur les miroirs.
Par sa capacité à réguler l'humidité ambiante, l'argile aide efficacement à réduire les problèmes de moisissure.

UN PRODUIT SAIN ET 100% NATUREL

L'argile est un matériau à faible impact carbone et ne dégageant aucun COV (composant organiques Volatiles) dans l'air intérieur de votre habitat.
La pollution de l'habitat est un des enjeux pour le XXlème siècle et l'argile apporte une des solutions à ce problème.
L'argile utilisée dans les enduits ARGILUS est 100% naturelle et ne subit aucune transformation d'ordre chimique ou industrielle.

UNE GRANDE FACILITE DE MISE EN ŒUVRE

L'argile apporte aux enduits ARGILUS une facilité d'application assez déconcertante pour les particuliers et les professionnels. Sa grande particularité est d'être retravaillée « à volonté » tant que le résultat souhaité n'est pas atteint !
Cette grande qualité évite des désagréments majeurs pouvant être rencontrés avec d'autres matériaux sur les chantiers.

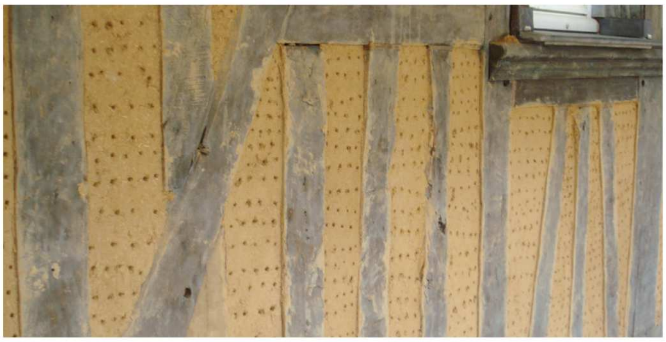
UN EXCELLENT RÉGULATEUR THERMIQUE

L'apport d'argile dans votre maison va contribuer à la régulation de la température. En effet, les enduits ARGILUS ont la capacité de stocker la chaleur ambiante pour la restituer au fur et à mesure de la journée. L'argile va « casser » les pics d'écart de température entre le matin tôt et le soir tard par exemple. Il s'agit d'un radiateur naturel !
Certaines maisons possèdent peu d'inertie thermique en raison du peu de « masse » qui les compose. C'est notamment le cas des maisons à ossature bois. En amenant de la masse dans ces maisons, par exemple via des murs de cloisonnement en argile ou l'application d'enduit d'argile en plafonnage, on leur confère une plus grande inertie thermique.



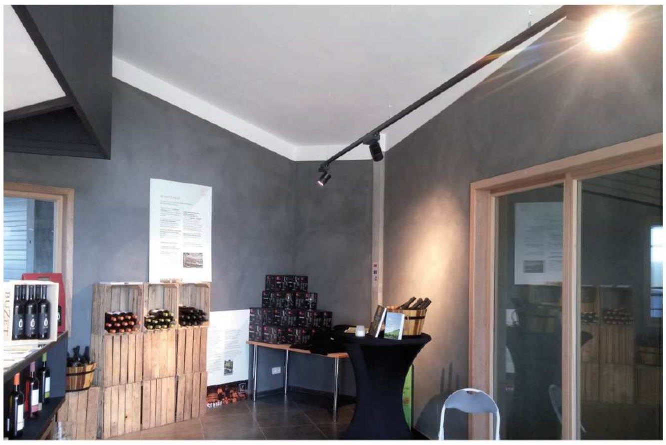
LE TORCHIS

L'enduit TORCHIS et le TORCHIS DE REMPLISSAGE ARGILUS, qui sont 2 produits différents, répondent parfaitement à la restauration des monuments historiques, du bâti ancien et en apport de masse thermique dans l'habitat plus contemporain.
Le TORCHIS DE REMPLISSAGE est principalement destiné aux colombages et est composé d'argile, de longues fibres de paille d'orge afin d'alléger et structurer le produit en forte épaisseur, et de différents sables. Il peut s'appliquer jusqu'à 15 cm en plusieurs couches (3 généralement) et est conditionné en BIG BAG d'1 tonne uniquement.
L'enduit TORCHIS, est composé d'argile, de fibres de paille d'orge moins longues et plus fines, et de différents sables. Il sert à corriger les fortes inégalités murales et s'applique jusqu'à 5 cm d'épaisseur en 2 couches. Son conditionnement se présente en BIG BAG d'1 tonne ou en sac de 25 kg.





L'ARGILE MONOCOUCHE



L'enduit Monocouche ou BASE s'applique en 1 cm d'épaisseur environ. Son conditionnement se présente en BIG BAG d'1 tonne (env. 70 m²) (sec ou humide) ou en sac de 25kg (env. 2 m²). 7 teintes prêtes à l'emploi sont disponibles dans cette gamme. Il est composé d'argile, de chanvre fin, de différentes sables et d'ocres naturels pour certaines couleurs.
Il s'applique uniquement sur des supports rugueux, qui accrochent naturellement comme la pierre, la brique, les enduits chaux / chanvre, les enduits ciments, les parpaings…etc
Le MONOCOUCHE ARGILUS peut être projeté à la machine ou mis en œuvre à la main.

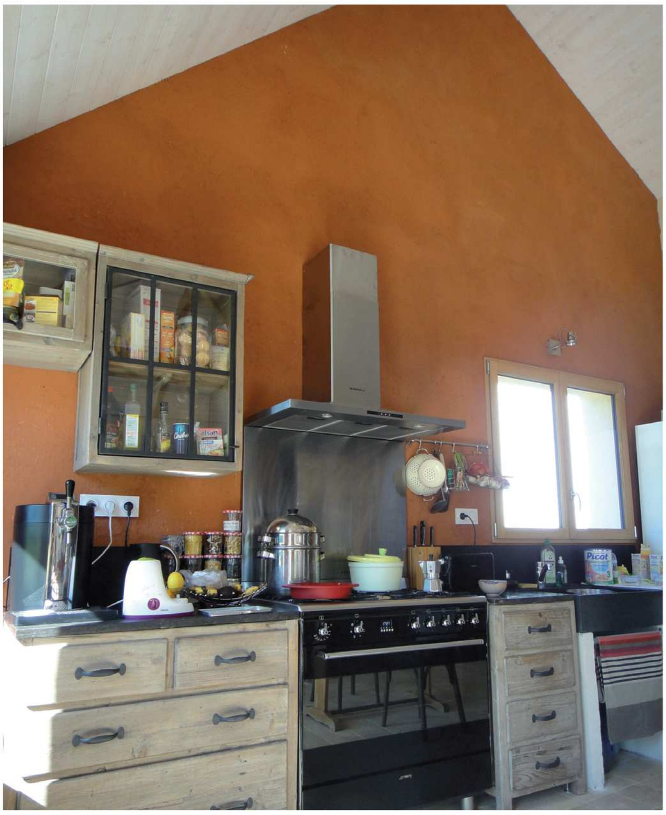




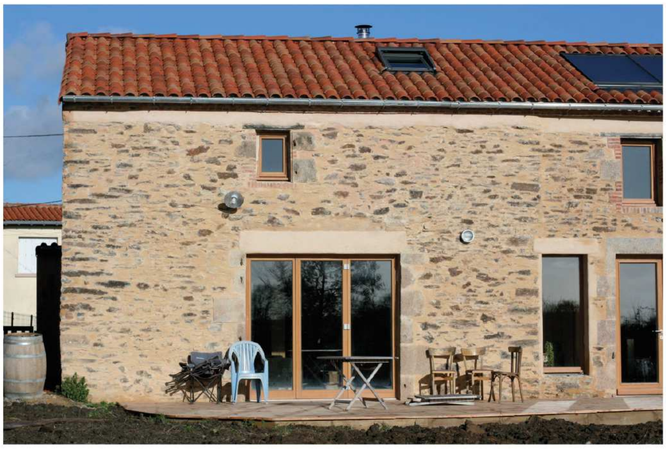
L'ARGILE DE FINITION

L'enduit de finition s'applique en une seule couche de 3 ou 4 mm d'épaisseur maximum. Son conditionnement se présente en sac de 25Kg (5 à 6 m²). 12 Teintes de base prêtes à l'emploi permettent d'en réaliser au total 90 selon le nuancier GAMME DESIGN.
Il est composé d'argile, de sables extra-fin, et d'ocres naturels pour certaines couleurs.
L'enduit de finition est parfait afin d'obtenir une finition soignée et extra-fine. 11 charges minérales ou végétales sont disponibles en sachet (à rajouter au sac) pour avoir un rendu final différent.
Il s'applique sur tous les supports lisses de l'habitat comme les plaques de plâtre, le plâtre, les enduits chaux / sable, les murs déjà peints…etc.





LE BATICLAY



L'enduit BATICLAY® a été crée par ARGILUS pour la construction paille, la restauration des façades en pierres et certains murs en pisé ou en briques. Ce produit peut être utilisé aussi bien en extérieur qu'en intérieur en enduit plein ou en jointoiement. La chaux pouzzollanique et l'argile contenue dans son mélange lui procure des qualités de résistances mécaniques excellentes et une onctuosité remarquable. Son conditionnement se présente en sac de 25KG.

L'ISOL'ARGILUS

L'enduit ISOL ARGILUS est le seul enduit naturel sur le marché Français ayant un lambda de 0.06. Cet excellent lambda vous permettra d'isoler vos murs correctement sans les doubler avec une plaque de plâtre par exemple. Cette mise en œuvre assurera une bonne respirabilité de vos murs surtout dans le cadre d'une rénovation. ISOL ARGILUS s'applique uniquement en intérieur.

Pour cela, l'enduit ISOL ARGILUS peut s'appliquer en 2 ou 3 couches de 4cm maximum chacune. Son mélange PERLITES / ARGILE / CHAUX apportera une excellente facilité d'application. En guise de finition, un enduit MONOCOUCHE ou finition ARGILUS est conseillé.



LA CHAUX

L'utilisation de la chaux dans la construction est connue depuis l'antiquité. Elle était utilisée comme liant d'un mortier pour bâtir et servait à la fabrication d'enduits, au traitement des sols ainsi qu'à la réalisation de peintures décoratives. Elle fût délaissée petit à petit au profit du ciment (liant hydraulique artificiel) et des peintures acryliques.

Depuis peu, elle suscite un regain d'intérêt grâce à ses propriétés exceptionnelles. Apprenons à différencier les familles de chaux et à connaître ses caractéristiques et applications, pour une bonne utilisation aussi bien dans la rénovation que dans la construction de nouveaux bâtiments.

QU'EST CE QUE LA CHAUX

La chaux est le résultat de la calcination d'une roche calcaire. Dans un premier temps, on obtient de la chaux vive (CaO). La chaux vive est avide d'humidité. Dix kilos de chaux vive exposées à l'air pourront capter deux litres d'eau ! Elle réagit au contact de l'eau avec un fort dégagement de chaleur et se transforme en une poudre appelée chaux éteinte (Ca(OH)2), utilisée comme liant naturel dans la construction. Ce liant est utilisé dans la fabrication et la mise en œuvre d'enduit protecteur extérieur, d'enduit de finition intérieur, comme composant majeur de mortiers et de peintures.

Selon la nature du calcaire utilisé, la cuisson permet la fabrication de deux catégories de chaux naturelles :

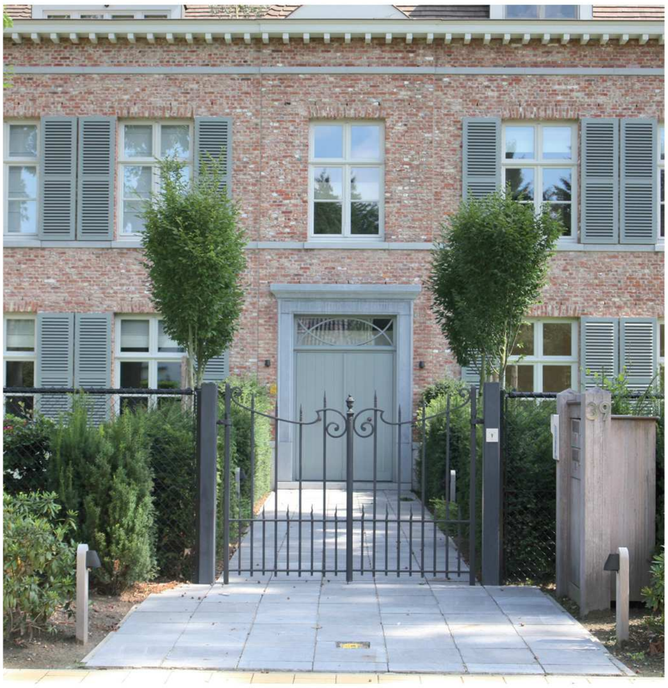
- La chaux aérienne ou grasse (CL : Calcium Lime), provenant d'un calcaire pur moins de 8% d'éléments argileux. Elle est de couleur blanche.
- La chaux hydraulique ou moins de 8% d'éléments argileux (NHL : Natural Hydraulic Lime), provenant d'un calcaire argileux d'au moins 9 à 12%. Elle est de couleur grise à brune.

Cette chaux hydraulique existe en trois catégories, classées en fonction de leur résistance à la compression :

Type de chaux	Résistance (kg/cm²)	Temps de séchage
NHL 2	Entre 20 et 40	De 10 à 20 jours
NHL 3,5	Entre 35 et 100	De 4 à 8 jours
NHL 5	Entre 50 et 150	En 3 jours

UNE RÉGULATION D'HUMIDITÉ INÉGALÉE

Il ne faut pas confondre la chaux hydraulique naturelle (NHL) avec la NHL-Z contenant moins de 20% de ciment, ni avec la chaux hydraulique artificielle (HL), qui est un ciment réalisé avec des déchets inertes broyés ou de la chaux avec plus de 20% de pozzolanes. Si la chaux utilisée contient du ciment, tous les avantages offerts par la chaux s'estompent !



LES AVANTAGES

- Perméable à la vapeur d'eau
- Imperméable au ruissellement
- Isolant
- Désinfectant
- Résistant
- Ignifuge
- Facile à retirer et à remplacer
- Décoratif



VENDÉE
CONSEIL GÉNÉRAL

c a u e
DE LA VENDÉE



enduits à la **chaux naturelle**

MODE D'EMPLOI



ARCHITECTURE environnement



Joël SARLOT
Président du CAUE de la Vendée

Le département de la Vendée a conservé à travers les siècles une part importante de son patrimoine bâti, des édifices prestigieux et d'humbles constructions, qu'elles soient rurales ou urbaines.
Tout ce bâti participe de l'image de la Vendée, et témoigne autant de l'attachement des Vendéens à leurs racines que de la volonté des entreprises du bâtiment de montrer leur savoir-faire.

L'entretien et la restauration des façades de ce patrimoine sont parmi les démarches de conservation de ce bâti les plus importantes, de part l'incontournable évidence de leur perception et le rôle de ces interventions sur la pérennité des ouvrages.
Dans ce domaine, les erreurs de choix de technique ou de mise en œuvre sont le plus souvent commises plus par méconnaissance que par indifférence à la qualité du résultat.

Dans sa mission de sensibilisation et de promotion de la qualité architecturale, le Conseil en Architecture, Urbanisme et Environnement de la Vendée propose une nouvelle plaquette de sensibilisation et de conseil pour la mise en œuvre des enduits à la chaux.

Ce document est destiné aux particuliers qui veulent appréhender les raisons techniques et les conditions de mise en œuvre de ces enduits, mais aussi aux professionnels pour leur fournir les moyens de la sensibilisation de leurs clients et de promotion de leur maîtrise technique.

Nous espérons qu'il contribuera à la bonne préservation de ce patrimoine si cher à tous.



introduction technique

Cet ouvrage, qui vient s'ajouter à une très longue liste de parutions sur les techniques d'enduits à la chaux, nous a semblé cependant nécessaire et souhaitable, dans cette ré-édition actualisée.

Nécessaire, car il actualise les références techniques, les appellations normalisées des différentes chaux qui ont évolué ces dernières années, dénominations officielles sans lesquelles il est difficile de se procurer les bons produits pour des réalisations de qualité.
Souhaitable, car il entend informer à la fois sur les aspects techniques de préservation du bâti et les attentes esthétiques inhérentes à la restauration de qualité d'un patrimoine sensible.
Souhaitable aussi, car il donne à voir, en complément des conseils de mise en œuvre, les résultats de différentes techniques de finition, mis en perspective avec des exemples d'enduits anciens.

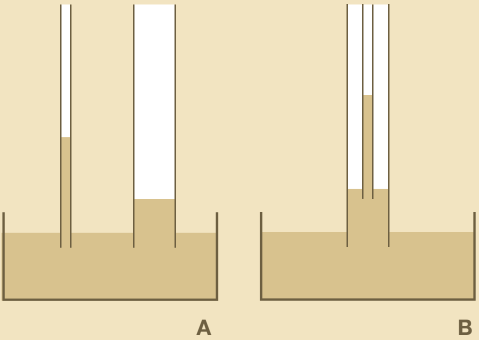
A défaut d'être un mode d'emploi exhaustif, nous espérons qu'il donnera à ses utilisateurs l'envie de mettre en œuvre des enduits de qualité adaptés à la nature de leurs constructions.

sommaire

1 les **qualités** techniques de la chaux

Les chaux naturelles, par leurs qualités plastiques de mise en œuvre (prise retardée), autorisent des finitions esthétiques variées et en adéquation avec le bâti ancien, mais ce n'est pas là leur seul avantage.

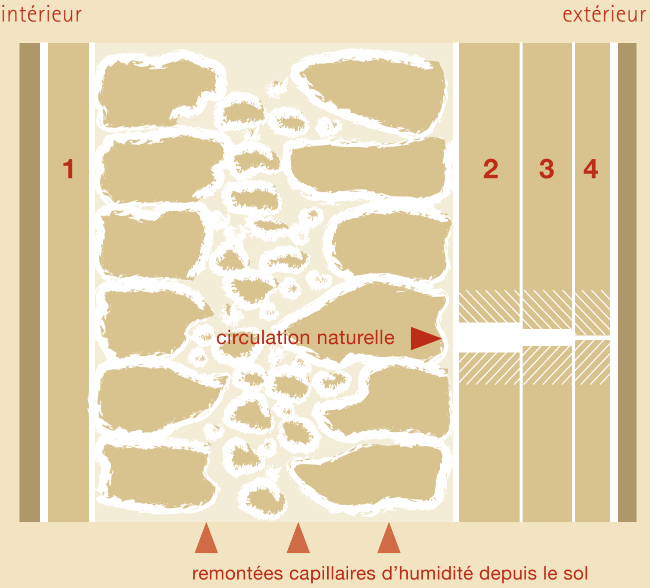
La souplesse qu'elles donnent aux enduits leur confère une grande cohésion avec les maçonneries anciennes toujours soumises à des micro mouvements, tassement en période de sécheresse et expansion en période humide. Mais surtout la qualité la plus remarquable des enduits à la chaux naturelle réside dans leur pouvoir d'assèchement des maçonneries anciennes naturellement humides, et cela selon le principe physique bien connu de la capillarité :



Plus le diamètre du tube est fin plus l'ascension du liquide est importante. Les phénomènes de capillarité s'additionnent avec un réseau à section décroissante mais sont stoppés dés la première augmentation de section.

UTILISATION PRATIQUE DE LA THÉORIE

Un enduit multicouche ayant une porosité de plus en plus fine vers l'extérieur fonctionne comme une pompe.



1 • *Enduit grossier*
2 • *Dégrossi de chaux, agrégat 0-5mm*
3 • *Corps d'enduit de chaux, agrégat 0-3mm*
4 • *Couche de finition lissée truelle, agrégat 0-2mm et très bonne courbe granulométrique.*

Ce procédé d'assèchement, qui conduit naturellement l'humidité à la surface des enduits où elle s'évapore, laisse souvent des traces, dépôts des matières en suspension ou en solution. Celles-ci sont le témoin du bon fonctionnement de la "pompe" et doivent être acceptées tel quel, car elles garantissent l'assainissement des maçonneries du bâti ancien.

2 les **matériaux**

Les chaux naturelles éteintes, utilisées pour réaliser des enduits, sont appelées ainsi car elles ne subissent aucun ajout artificiel. Elles sont obtenues après extinction avec de l'eau de morceaux de chaux vives, provenant de la cuisson de blocs de calcaire dans des fours. Au contact de l'eau, ces pierres éclatent, gonflent et cette réaction dégage de la chaleur.
La chaux fraîchement éteinte peut être utilisée sous certaines conditions pour exécuter de la maçonnerie de pierre, ou des enduits selon les types de chaux.

Des fabricants fournissent actuellement des chaux aériennes éteintes qui durcissent par absorption de CO_2 (gaz carbonique de l'air), appelées "CL" chaux calciques ou "DL" chaux dolomitiques selon leurs origines, prêtes à l'emploi, en poudre et conditionnées en sacs, mais également des chaux hydrauliques naturelles "NHL" qui, contenant naturellement des calcaires siliceux, font une prise hydraulique (par absorption de l'oxygène de l'eau) à hauteur de 25%. Cette prise est plus rapide mais donne un mortier plus dur : il convient d'être vigilant sur l'utilisation de la bonne chaux en fonction du support.
Traditionnellement, les sables locaux étaient utilisés pour réaliser les enduits donnant des teintes qui s'harmonisaient bien avec les couleurs du pays.
Il est conseillé, pour retrouver cette harmonie de couleur, d'employer chaque fois que possible les sables de la région. Seuls conviennent les sables provenant de carrières alluvionnaires ou d'anciens dépôts marins fossilisés aux granulats roulés.
La courbe granulométrique doit présenter une bonne répartition des grains avec au moins 35 % de grains fins (de moins de 0,5 mm) pour combler les vides entre les gros grains. En règle générale, les sables lavés sont trop propres* pour apporter de la couleur et de l'onctuosité à l'enduit. Il faut choisir des sables comportant des "fines" (argiles) c'est-à-dire des éléments de dimensions inférieures à 0,1 mm.
Ce sont les particules qui se déposent le plus lentement lorsque l'on laisse reposer une éprouvette où sable et eau ont été énergiquement mélangés.

* L'AFNOR préconise dans son DTU (Document Technique Unifié) n° 26.1 entre 10 et 15 % de fines; les artisans qui travaillent "à l'ancienne" montent jusqu'à 30 %, ce qui suppose une grande technicité.





Il est conseillé d'utiliser un sable "0/5" à"0/8" pour une bonne texture d'enduit. Un mauvais sable (trop argileux ou trop fin) peut être corrigé en le mélangeant à un autre sable de granulométrie complémentaire.

3 la composition

La quantité des composants du mortier doit varier en fonction du support à enduire. Sur des murs de pierre et en couche de finition, le dosage est d'un volume de chaux pour 2 à 4 volumes de sable.

Sur les murs à prise rapide (brique, béton cellulaire...) il est préférable de doser la couche d'accrochage plus fortement en chaux. La proportion de chaux est fonction de la courbe granulométrique du sable employé : plus celui-ci est riche en fine, moins il faut de chaux. Pour les dosages, une première approche consiste à évaluer le volume des vides entre les grains du sable bien sec, en mesurant la quantité d'eau nécessaire pour le mouiller jusqu'au refus, cela correspond à peu près au volume de chaux à rajouter (voir illustration).

Puis il faut faire un essai sous forme d'une galette de 6 à 8 mm d'épaisseur. Après 24 heures, si la galette s'effrite, le mélange est trop pauvre en chaux, si la galette se faïence, le mélange est trop riche en chaux.
Ces dosages ne sont qu'indicatifs, qu'il s'agisse d'appareillage, de jointoiement ou d'enduisage, on doit à chaque fois rechercher les composants et le dosage permettant de conserver la cohérence des matériaux.

La prise se faisant à la fois au contact de l'air et de l'eau, un mortier par endroits trop épais ne se rétracte pas de façon homogène en profondeur et en surface, et des fissures nuisibles à la tenue de l'ouvrage risquent de se produire. Il faut autant que possible appliquer le mortier en plusieurs couches. Celles-ci auront une meilleure tenue mécanique si elles sont de résistance décroissante (dosage moins riche en chaux) du cœur à la surface.

dosage de la chaux dans la composition
de l'enduit

1



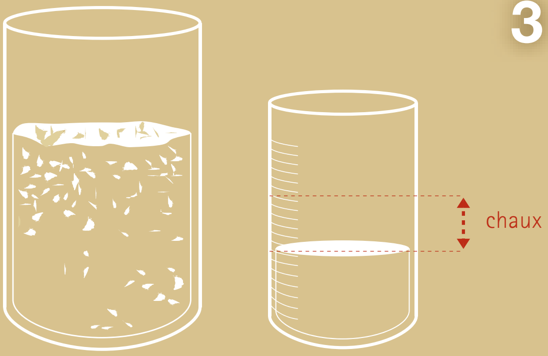
▲ un volume de sable ▲ eau

2



▲ verser l'eau dans le volume de sable
jusqu'à saturation (refus)

3



le volume d'eau manquant correspond ▲
à la quantité de chaux à mélanger
à un volume de sable sec

4 le **mélange**

Il est impossible d'indiquer avec précision le volume d'eau utile à la confection du mortier. Les facteurs variant sont trop nombreux : la granulométrie du sable, son taux d'humidité, la nature du support, les conditions climatiques en sont quelques exemples.
Il est toutefois une règle à respecter : tout excès est nuisible.

Le mélange peut se faire manuellement, dans une auge ou sur une aire de gâchage, ou encore dans une bétonnière. Après avoir malaxé le sable et la chaux, il faut ajouter peu à peu la quantité d'eau correspondante pour obtenir un mortier gras. Pour savoir si un mortier est "à bonne consistance", on peut en pétrir une boule à la main et la laisser tomber. Si elle ne se désagrège pas, sa plasticité est tout à fait correcte.





▲ verser de l'eau dans le mélange sable + chaud,
bien mélanger à la pelle jusqu'à obtenir un mortier d'enduit de consistance suffisamment épaisse pour être travaillé à la truelle. ▼



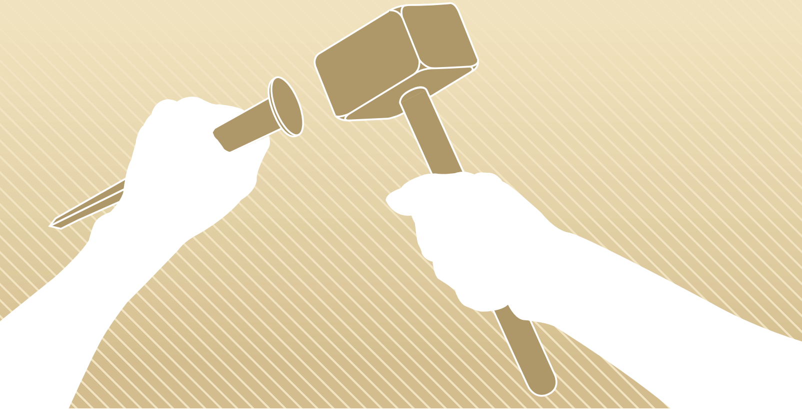
5 la préparation du **support**

Le vieil enduit sera piqué jusqu'aux moellons. Il faudra veiller à ne pas creuser trop les joints de pose, ni à supprimer les petites pierres de calage "les cloués". il est nécessaire d'effectuer des petites réparations dans les endroits trop en creux, en les colmatant avec un mortier de chaux et de petites pierres ou des morceaux de briques. Le parement ancien doit être nettoyé de toutes salissures et dépoussiéré. Les éventuelles fissures doivent être soigneusement rebouchées.
Dans le cas d'un mur ayant montré avant le piquage du vieil enduit des traces de moisissures, de salpêtre, signes de remontée capillaire, il est fortement conseillé d'assainir le pied du mur par des drains posés au niveau des fondations ou dans le mur. Un mur de pierre a besoin de respirer ; les revêtements étanches en trottoirs, les soubassements ou les murs intérieurs imperméabilisés, favorisent les remontées capillaires. Tous procédés améliorant l'évacuation de l'eau, y compris la plantation d'iris, sont conseillés pour éviter les taches sur l'enduit en soubassement.

Afin d'éviter des fissurations de l'enduit, il faudra prévoir une armature de renfort sous la forme d'une toile ou d'un grillage si la façade comporte des matériaux de parement différents (brique et pierre, linteau en bois), ou un remaillage de la maçonnerie si celle-ci est déliaisonnée (chaîne d'angle sur une façade, coup de sabre). Lorsque ces travaux de préparation sont faits, il faut laver pour dépoussiérer le mur juste avant d'enduire, attendre une cure (prise totale : normalement 28 jours) entre chaque couche pour restreindre les risques de fantômes (traces d'hétérogénéité du mur support), suivant l'absorption du support ou les conditions climatiques (l'ensoleillement ou le vent). Compte tenu des temps de séchage et de prise des enduits à la chaux, des risques de lessivage par forte pluie, de dessiccation par forte chaleur ou de désagrégation par le gel, il est plus raisonnable d'entreprendre ces enduits au printemps ou à l'automne, en dehors des épisodes climatiques brutaux.

Pour pallier à ces inconvénients, le service maçonnerie des monuments historiques du CEBTP (Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics) préconise l'utilisation de chaux hydraulique naturelle NHL, ou son adjonction en cas d'utilisation de chaux aérienne CL dans une proportion allant jusqu'à 50 %. L'hydraulicité, faculté de faire prise au contact de l'eau, ainsi conférée aux enduits, entraîne un durcissement plus rapide et libère plus promptement le chantier des contraintes climatiques évoquées ci-dessus.

Dans le cas de maçonneries anciennes montées aux mortiers peu résistants, l'analyse du support détermine le choix de la chaux naturelle à utiliser. Un apport de liant hydraulique, d'autant plus tendre que la pierre est fragile, est judicieux : la chaux hydraulique naturelle est classée en degrés de dureté progressive en NHL 2 (2 méga pascals à 28 jours), NHL 3,5 : (3,5 à 10 méga pascals ...) et NHL 5 : (5 à 20 méga pascals ...).
Proscrire l'usage des ciments à maçonner gris ou blancs.



▲ le piquetage au marteau et au burin est l'étape indispensable de nettoyage du support du revêtement précédent.

6 le corps d'enduit

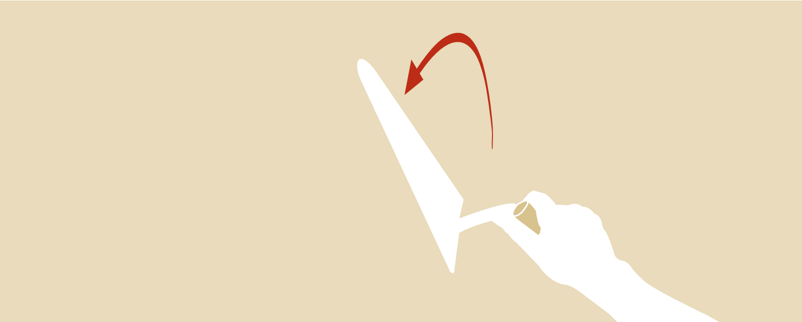
Lorsque les pierres d'encadrement et de chaînage destinées à être apparentes sont en saillie de quelques centimètres, l'enduit sera composé d'un gobetis appelé étalement giclage ou fouettis, d'un corps d'enduit et d'une couche de finition.

Le gobetis est une couche d'accrochage, mince et fluide, qui doit adhérer en tout point à la maçonnerie. Son rôle est d'assurer la liaison entre le corps d'enduit et le support et de transformer une surface, au départ inégale, en un parement rugueux et homogène. Il s'applique à la truelle en une couche mince qui est raclée ensuite avec le tranchant de l'outil au ras des pierres.

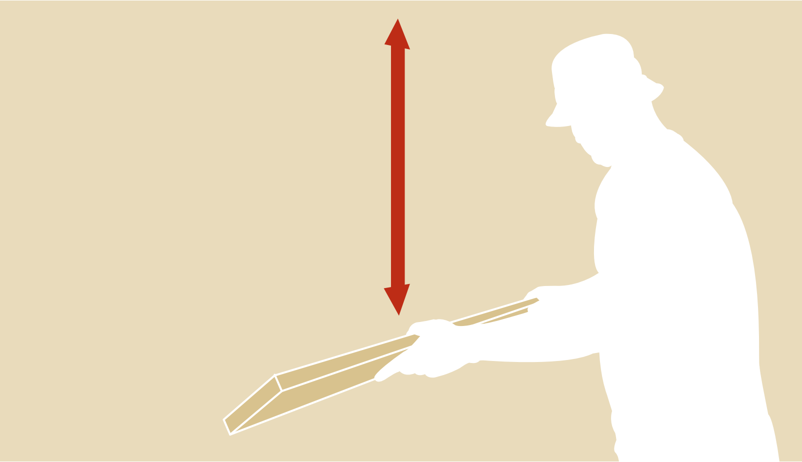
Après prise complète de ce gobetis, le corps d'enduit (ou dégrossi) peut être appliqué. Gâché de façon à former une pâte souple, il est chargé d'imperméabiliser le mur, tout en rectifiant les inégalités de surface. Projeté à la truelle ou à la machine, il sera redressé avec une petite règle, puis légèrement taloché pour le serrer. De petits coups de truelle recréeront des aspérités, des rainures, pour l'accrochage de la couche de finition. Avant de passer à la troisième couche, il faudra attendre que le corps d'enduit (dégrossi) soit totalement sec (le mieux : 28 jours), de couleur homogène.



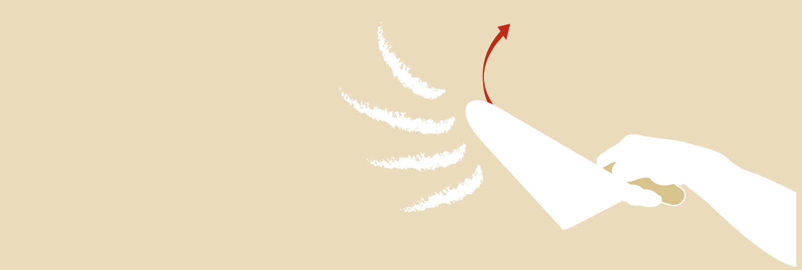
▲ le gobetis, ou fouettis, s'obtient en jetant à la truelle l'enduit contre le support, d'un mouvement de revers.



▲ le corps d'enduit est ensuite lissé à la truelle.



▲ il convient d'homogénéiser le tout à la règle.



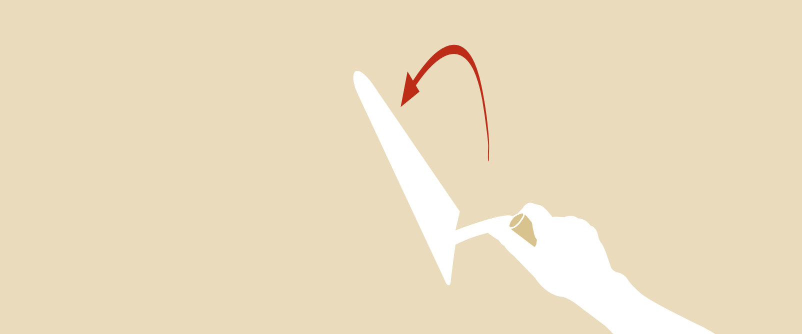
▲ en utilisant le tranchant de la truelle, on crée des aspérités sur le corps d'enduit pour faciliter l'accroche de l'enduit de finition.

7 la **finition**

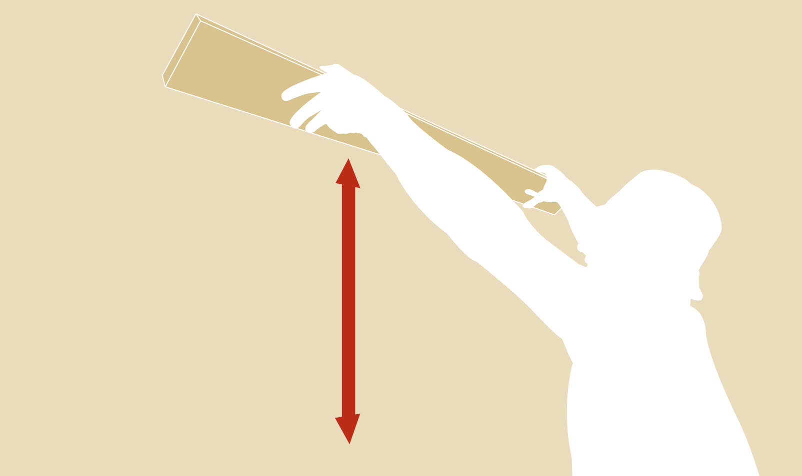
La finition mince est surtout une couche décorative. Elle peut être inutile si le corps d'enduit est fait avec des sables convenant comme couleur, si le mur est homogène et à base de pierres tendres que l'on cherche à garder visibles.

Sur des maisons anciennes, la couche de finition sera redressée avec une petite règle puis talochée afin d'assurer un bon serrage de l'enduit. Dans ce cas, il est préférable d'employer une toute petite taloche de bois ou une éponge. L'enduit peut également être lissé. La surface précédemment talochée sera lissée aussitôt à la truelle puis terminée par un léger chiffonnage à l'aide d'une taloche recouverte de feutre. Le crépi peut être aussi lavé. Trois à quatre heures après le talochage, un coup d'éponge régulièrement ressuyé sera passé sur l'enduit pour lui enlever sa laitance et faire ressortir le grain du sable.

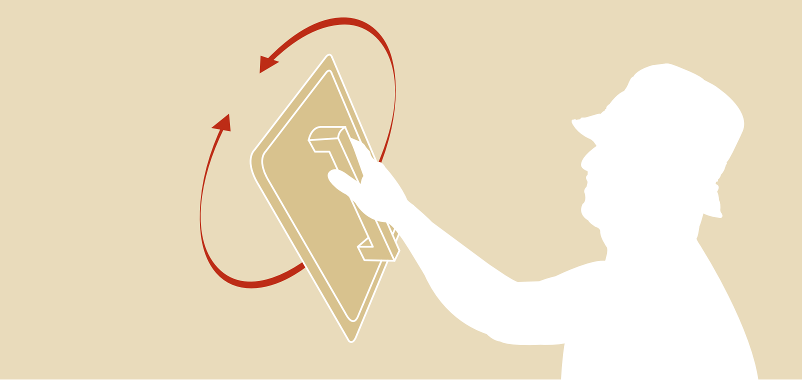
Bien d'autres finitions peuvent être exécutées sur un enduit, en fonction de la typologie de l'immeuble, des pratiques régionales ou des modes (enduit gratté, brossé, peigné, poncé, marbré...). Les enduits lisses peuvent être aussi recouverts d'un badigeon blanc comme l'étaient souvent les façades des maisons vendéennes du littoral, ou légèrement teinté d'ocres, de terres d'ombres, de terres de Sienne... Il suffira de peindre l'enduit à la brosse avec un lait de chaux.



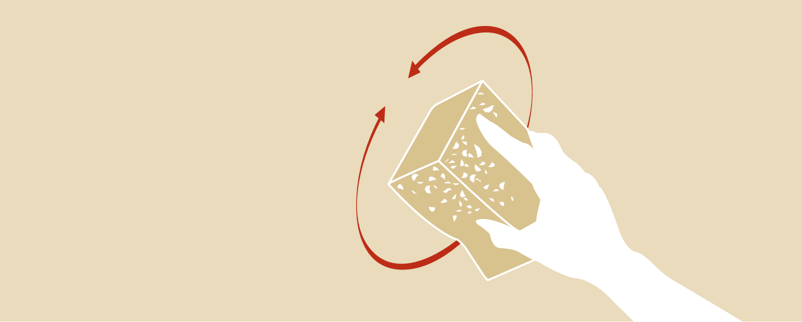
▲ l'enduit de finition est déposé et lissé à la truelle.



▲ un passage de règle aplanit le tout.



▲ la taloche garantit un bon serrage de l'enduit de finition.



▲ on pourra opter pour un passage à l'éponge
en guise de finition.

8 quelques **finitions** : exemples commentés

1 Enduit "plein" lavé. Il convient tout à fait à la plupart des restaurations de maisons anciennes. Sa granulométrie plutôt fine mais bien colorée est mise en valeur par la douceur du gommage à l'éponge. Les irrégularités de planéité apportent une touche semi rustique très réussie.

2 Enduit affleurant brossé. Il constitue une alternative possible à l'enduit plein. Il renvoie à un état d'usure plus avancé. Sa granulométrie riche et complexe apporte des notes de couleurs qui l'harmonisent avec les pierres sous-jacentes. Les traces de brossage sont discrètes. quelques irrégularités ne nuisent pas à la qualité de l'ensemble.

3 Enduit à "pierre vue". Il convient notamment à la restauration des bâtiments d'élevage transformés en habitation, qui n'étaient généralement pas enduits. granulométrie et coloration en harmonie avec les pierres sous-jacentes très réussies, traces de brossage discrètes.

4 Enduit à "pierre vue", comme le N° 3. Plus sombre et contrasté que le précédent, il reste parfaitement en harmonie avec les pierres sous-jacentes. Pas de traces de brossage, ce qui démontre que cette étape de finition a été menée au bon moment de la prise de l'enduit.


1
2
3
4

8 quelques **finitions** : exemples commentés

5 **Enduit ancien à “pierre vue”.** La patine du temps formée de mousses et lichens ne masque pas les qualités de cet enduit tant pour ce qui est de sa granulométrie qu’en ce qui concerne son application, juste au nu des pierres.

6 **Enduit relativement ancien affleurant.** La patine de mousses et lichens, à reflet gris vient estomper les irrégularités de surface, dont on ne sait plus s’il s’agit de traces de brossage ou de dégradations dues à l’usure du temps. Effet réussi.

7 **Rejointoiement sur mur calcaire.** Ces techniques de finition sont plutôt à réserver au murs de clôtures et aux bâtiments agricoles conservés à titre d’annexe. Le traitement en creux est une mode relativement récente, extrapolation de l’observation partielle de murs très dégradés. La couleur est ici assez réussie quoique trop homogène et la granulométrie est un peu trop fine. Enfin les traces de brossage démontrent une intervention trop tardive ou un processus de prise trop rapide (enduit trop dosé en chaux hydraulique).

8 **Rejointoiement sur mur de granit**, mêmes remarques que sur l’exemple précèdent. Ici la couleur et la granulométrie sont plutôt bien gérées et les traces de brossage plus discrètes, ce qui témoigne d’une finition effectuée plus précocement. Au vu de la disparité des pierres, il y a de fortes probabilités que ce mur était en enduit plein ou affleurant d’origine.


5


6


7


8

Ce document informatif n'a pas valeur de préconisation et n'est pas exhaustif. Le CAUE de la Vendée ne peut être tenu pour responsable de toute interprétation abusive.
Merci de renvoyer au CAUE de la Vendée toute erreur constatée : il en sera tenu compte dans les rééditions ultérieures.

Remerciements pour leurs précieux conseils :

Daniel Charneau, *conseils en restauration du patrimoine ;*
Patrice Harmey, *Architecte des Bâtiments de France, Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine,*
Christian Royer, *représentant des maçons de la CAPEB.*

conception/réalisation : caue de la Vendée
octobre 2007 - 3ème édition : avril 2011.

imprimé par AMD Imprimerie (Cholet - 49).

CONSEIL en ARCHITECTURE, URBANISME
et ENVIRONNEMENT de la VENDÉE,

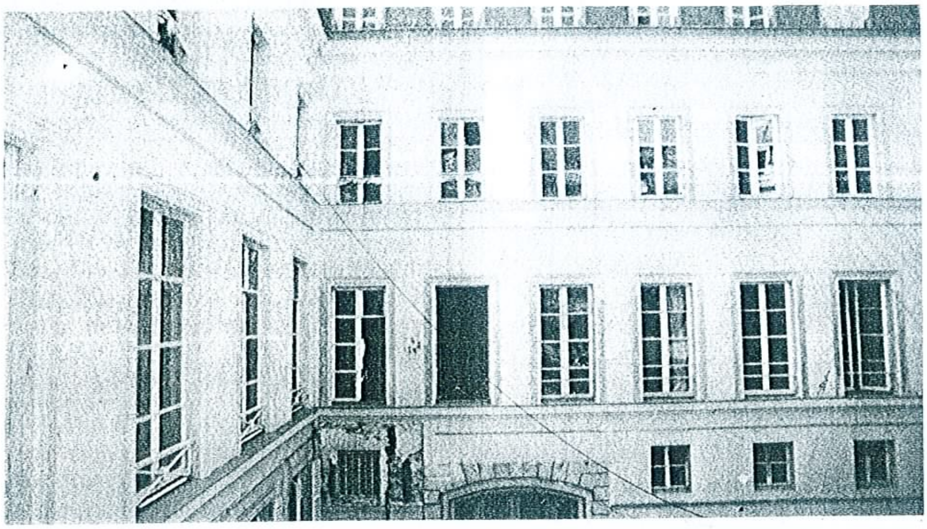
Maison du Tourisme et de l'Architecture
45, boulevard des États-Unis, bp 685,
85017 la Roche sur Yon cedex.

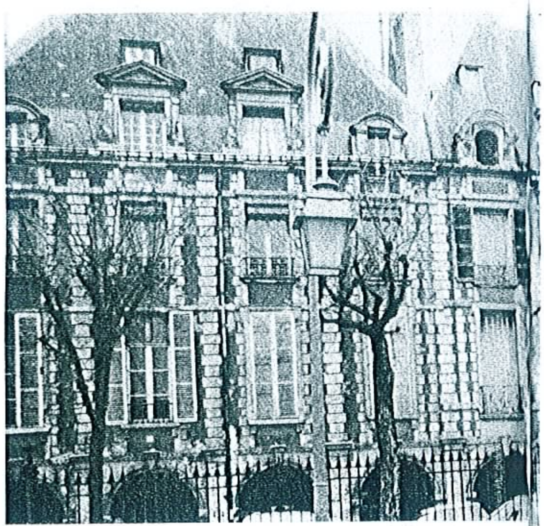
Pour tout renseignement, contactez-nous
au 02 51 37 44 95
ou sur le site http://www.caue85.com

2-9527003-5-4

caue DE LA VENDÉE

VENDÉE
CONSEIL GÉNÉRAL





LES ENDUITS EXTÉRIEURS : PLÂTRE ET CHAUX

Dans certaines régions de France et notamment la région parisienne, l'usage d'enduits de façade en plâtre et chaux est une tradition ancienne. Ces enduits ont résisté aux intempéries pendant plusieurs décennies voire plusieurs siècles. Aujourd'hui, la place prise par les travaux de réhabilitation et les problèmes spécifiques posés par ce type d'intervention ont conduit à rechercher des techniques de réfection adaptées.

Les enduits anciens

La grande majorité des immeubles construits avant 1850 à Paris et en Ile-de-France étaient des enduits au «Plâtre de Paris» : mortier de plâtre gros, chaux grasse et sable.

De nombreux prélèvements et analyses ont permis de vérifier la grande résistance, la bonne tenue et l'aspect satisfaisant de ces enduits datant des 17e, 18e et 19e siècles ainsi que de retrouver leur composition.

Les matériaux

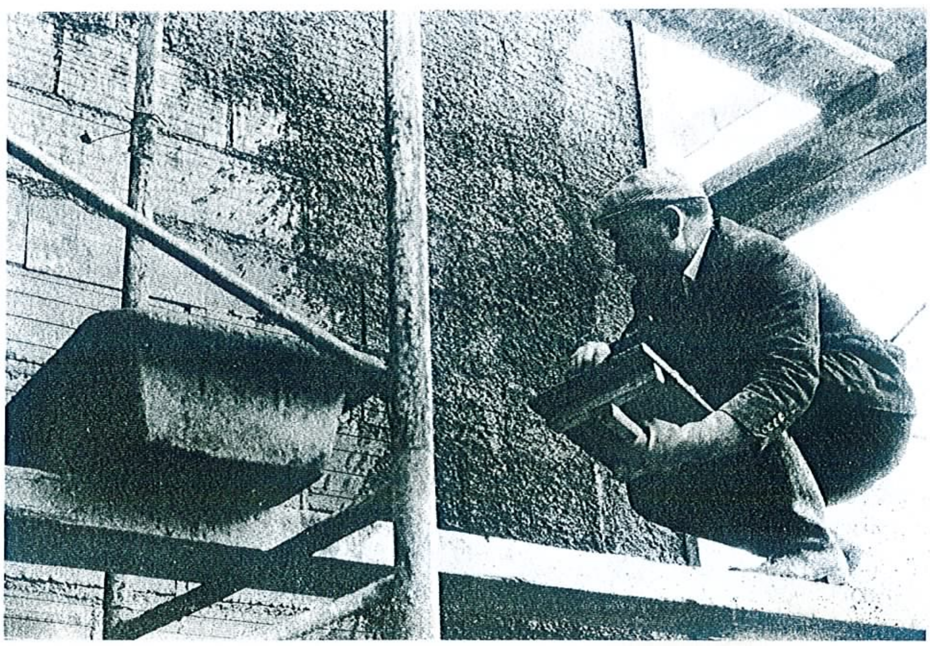
Le plâtre

Le plâtre gros était obtenu jusqu'en 1920 par la combustion lente de la pierre de gypse grossièrement concassée et du combustible (bois ou coke) dans des «fours culées». Le plâtre gros qui tire son nom de sa mouture grossière, est utilisé pour les enduits extérieurs qui ne doivent jamais être réalisés au plâtre fin. En effet, le plâtre fin donne des enduits poreux, sensibles à l'humdité qui, en faisant gonfler le plâtre, contribue à sa désagrégation.

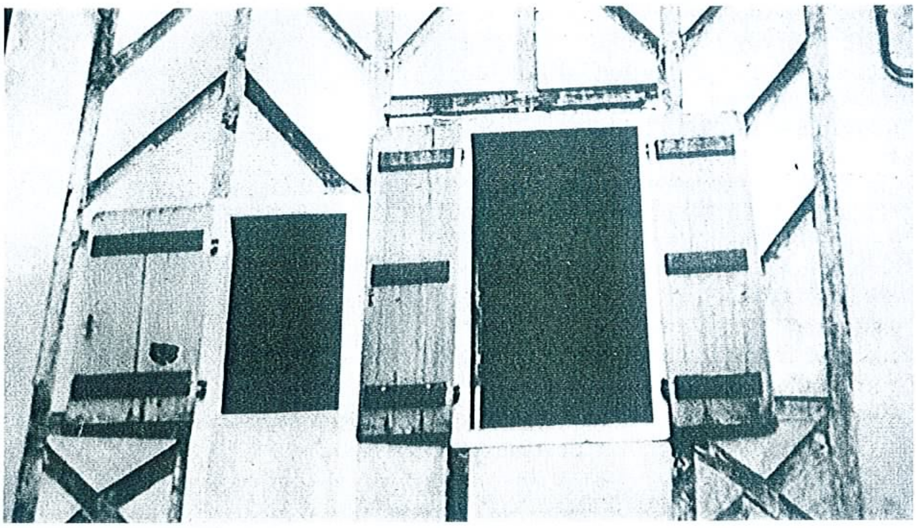
Aujourd'hui, le plâtre gros est encore produit dans la région parisienne, il convient d'utiliser uniquement du plâtre gros de construction (PGC) conforme à la norme NF B 12 301, fabriqué sans aucun ajout. Il existe également un plâtre surcuit projetable à la machine fabriqué et commercialisé en région parisienne.

La chaux

Il est extrêmement important de bien faire la différence entre la *chaux aérienne* (la seule qui puisse être utilisée mélangée au plâtre gros), et la *chaux hydraulique* artificielle ou naturelle voisine du ciment dans sa composition et son comportement. En effet, chaux et ciment s'obtiennent par la calcination de calcaires naturels. Mais, suivant la







proportion des éléments qui s'ajoutent au carbonate de calcium dans la composition du calcaire, on obtient à la cuisson des produits dont les propriétés sont fondamentalement différentes :
• le ciment est le résultat de la décomposition du calcaire en présence d'argile ;
• la chaux hydraulique, ou «chaux blanche», est obtenue à partir de calcaires argileux.

Elle a les propriétés du ciment. C'est en fait un ciment riche en chaux, de couleur blanche qui, utilisé comme liant dans un enduit, enrobe les grains de sable sans que le lavage ou le brossage de l'enduit en surface puisse les laisser réapparaître. Ces chaux comme le ciment font leur prise en présence d'eau. Le ciment, ainsi que les chaux hydrauliques, ne doivent pas être employés pour la confection des enduits au plâtre : les réactions chimiques provoquées par la présence de ciment ou de chaux hydraulique dans le plâtre entraînent la formation de sels gonflants qui détruisent progressivement l'enduit.

La chaux aérienne est obtenue à partir de calcaires très purs. On la trouve sous forme de «chaux vive» ou de «chaux éteinte».

La chaux vive est vendue en morceaux ou en pâte prête à gâcher. Par extinction artisanale des morceaux de chaux vive quelques jours avant l'emploi, on obtient la pâte à gâcher. La chaux en pâte vendue en sacs plastiques garde ses propriétés.

La chaux éteinte ou «chaux grasse» est vendue en poudre ou «fleur de chaux» (hydratée en usine puis broyée). Cette chaux ou CAEB (chaux aérienne éteinte pour le bâtiment) est définie par une norme Afnor (P 15-510). Deux autres normes (P 15-512 et 513) définissent ses propriétés.

La «fleur de chaux» perd ses qualités lorsqu'elle est éteinte trop longtemps avant d'être utilisée.

A la différence des ciments et chaux hydrauliques qui durcissent par réaction avec l'eau dans de courts délais, la chaux aérienne durcit au contact du gaz carbonique de l'air et ce pendant un temps très long. On obtiendra avec la chaux aérienne des enduits très plastiques, qui deviennent de plus en plus résistants avec le temps, qui laissent «respirer» le muret et se dilatent avec lui. Elle n'enrobe pas les grains de sable. Un brossage ou un lavage de l'enduit dans les 24 heures suivant l'application, dégagera le sable de la «laitance» superficielle pour donner à l'enduit la couleur du sable.

Le sable

Sa présence est importante pour quatre raisons :
• obtenir un enduit résistant aux chocs et à l'abrasion,
• aider au durcissement de la chaux par carbonatation,
• abaisser le prix de revient par économie de liant,
• colorer l'enduit : la coloration est donnée par les grains fins (± 0,5 mm).

Il faut rejeter les sables argileux qui rendent la chaux hydraulique et qui par là ont une action néfaste sur le plâtre, ainsi que les sables marins insuffisamment lavés et dont les sels provoqueront des efflorescences.

Il faut donc choisir un sable siliceux ou silico-calcaire bien lavé et exempt de sels solubles ou alcalins. On reconnaît un bon sable s'il crisse en le serrant dans la main et s'il s'écoule sans laisser de traces dans la paume de la main. Le sable de Seine bien lavé convient parfaitement à ce type d'enduit. Le sable choisi doit présenter une bonne répartition des grains de 0,08 à 0,3 mm. Il devra être composé au moins pour 1/3 de grains fins (< 0,5 mm) et on limitera la présence de «fines» (de 0,1 à 0,08 mm). On pourra faire varier l'aspect de l'enduit en jouant sur la proportion de grains de sable de différentes grosseurs. Il est recommandé de prévoir un approvisionnement unique en sable pour réaliser une façade entière, afin d'éviter les différences de tonalités et de texture dans les surfaces traitées et dans les reprises.



L'eau de gâchage

Un soin tout particulier doit être accordé à la proportion d'eau de gâchage *qui peut constituer une cause fréquente des désordres constatés dans les enduits plâtre et chaux.* Il faut obtenir une plasticité convenable avec le minimum d'eau. Ne pas oublier de tenir compte de l'humidité du sable. Dans les préparations prêtes à l'emploi, le mélange plâtre, chaux et sable doit être gaché *sec,* c'est-à-dire que le mortier doit être ferme et non fluide. La proportion d'eau est indiquée dans la formule de composition.

On peut, si l'on choisit de réaliser l'enduit en plusieurs passes, avoir un gobetis fluide en couche d'accrochage.



Réalisation de l'enduit

A la suite d'analyses et de travaux effectués par plusieurs laboratoires spécialisés, la composition des enduits anciens a été retrouvée. Elle est la suivante :

- 3 volumes de plâtre gros,
- 2 volumes de sable,
- 1 volume de chaux aérienne,
- 1 volume 1/2 d'eau.

Ces dosages exprimés en poids correspondent à 40 kg de plâtre (1 sac), 6 kg de chaux, 30 kg de sable sec, gâchés avec 25 litres d'eau.

Ce mélange existe aujourd'hui tout préparé, vendu en sacs. L'utilisation du mortier en sacs augmente sans doute le coût d'achat des matériaux, mais garantit un mélange homogène et régulier.

On peut faire varier la composition de cette formule de base en augmentant la proportion de chaux par rapport à celle du plâtre (avec l'inconvénient d'une mise en œuvre plus difficile pour obtenir des mortiers plus souples) en cas de nécessité, selon le support. On peut augmenter la proportion de sable pour la couche de finition selon la qualité et l'aspect souhaités.

En inversant par exemple la proportion plâtre et sable, on obtiendra une diminution du retrait qui interviendra pour une bonne part dans l'absence de fissures de l'enduit et une plus grande résistance aux chocs.

Avant de commencer les travaux, il est primordial d'étudier pour y porter remède toutes les possibilités de pénétration de l'eau dans le mur. Un drainage au pied de façade est souvent indispensable en milieu rural.

Il est essentiel, pour obtenir le résultat souhaité, d'effectuer un diagnostic très sérieux. Le support doit être examiné attentivement, la bonne tenue des mortiers internes doit être vérifiée, des coulis sont parfois nécessaires pour régénérer les maçonneries anciennes dont les mortiers deviennent pulvérulents.

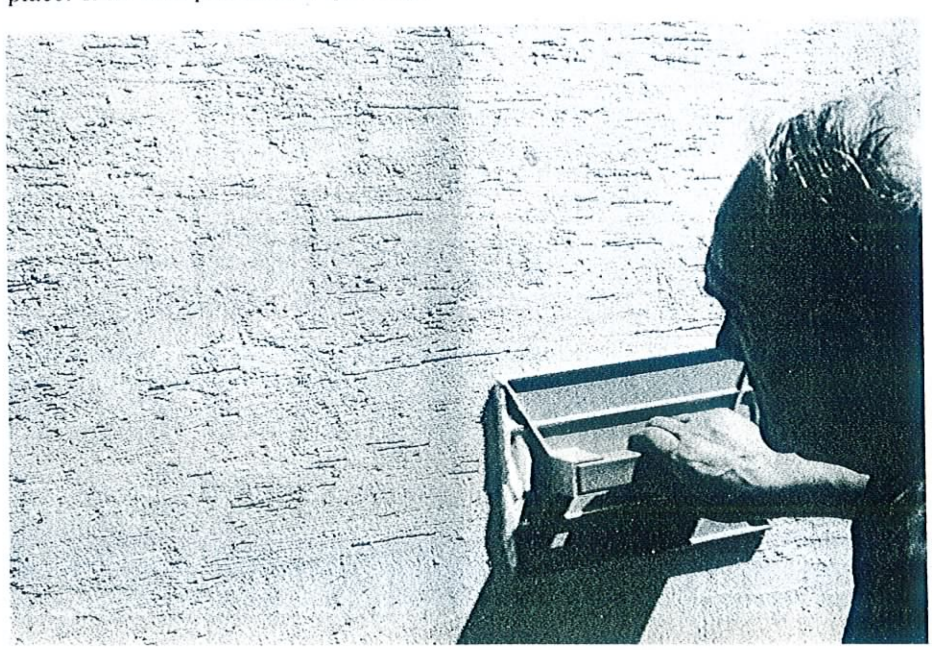
Le support, c'est-à-dire généralement un mur de moellon comportant ou non des pièces de bois (linteaux, pans de bois...), doit être débarrassé de toute partie non adhérente de l'ancien enduit. Les joints entre les moellons seront éventuellement affouillés, le tout étant alors passé à la brosse métallique, lavé et humidifié en surface, 24 heures avant l'application.

C'est uniquement dans le cas d'un mur composé de matériaux hétérogènes (ou d'un pan de bois destiné à être recouvert par l'enduit) qu'un grillage galvanisé ou céramique sera mis en place. Il ne faut pas oublier que le grillage n'apportera rien à la capacité d'adhérence du mortier ; il évitera seulement les fissures à la jonction des éléments de natures différentes qui composent le support. Un grillage recouvrant la totalité de la surface à enduire peut être à l'origine de fissurations ou de faïençages, en constituant avec le mortier une chape armée dont les mouvements ne suivront pas ceux du support ancien.

La façade à enduire doit être protégée du soleil et de la pluie battante par des bâches (éviter surtout les feuilles de plastique transparentes qui accentuent l'effet des rayons solaires). L'enduit ne doit pas être exécuté sur des supports dont la température de surface est inférieure à + 5°C.

Les travaux préparatoires : linteaux, tableaux, corniches, bandeaux, pourront être réalisés avec le même mélange plâtre-chaux-sable qui sera utilisé pour l'enduit proprement dit. Une plus forte proportion de sable donnera toutefois





une plus grande résistance aux intempéries aux éléments saillants de l'architecture.

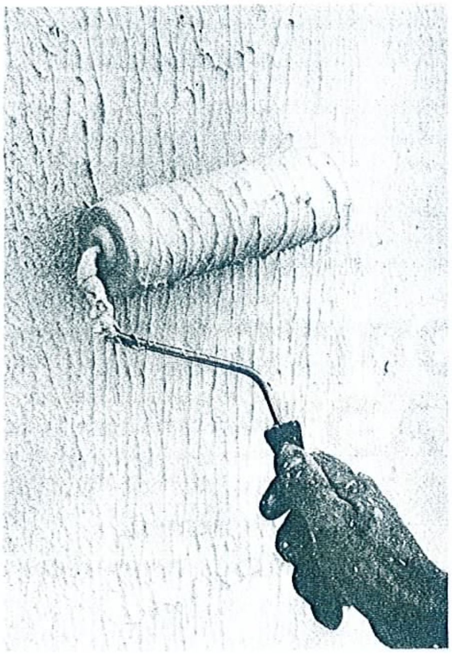
La mise en place de l'enduit s'effectue en plusieurs passes successives, suffisamment rapprochées dans le temps pour constituer une seule chose.

Si la première passe peut représenter l'aspect d'un gobetis fluide, la seconde doit être d'un mélange très ferme bien serrée au bouclier de bois.

La fintion doit se faire coupée en diagonale, en deux passes croisées. L'enduit doit être brossé ou gratté dans les 24 heures suivant l'application pour dégager les grains de sable de la laitance superficielle.

En raison de l'irrégularité de la surface du support, l'épaisseur de l'enduit sur une même façade pourra varier sensiblement d'un point à un autre, par exemple en certains endroits l'épaisseur atteindra 3 cm, en d'autres 8 cm ou plus.





L'enduit devient de plus en plus dur avec le temps. Une carbonatation en surface forme, trois semaines après l'application, une sorte de calcin insoluble. qui rend progressivement l'enduit imperméable. L'enduit ainsi appliqué sèchera pendant toute une année.

Afin d'éviter toute possibilité de pénétration de l'eau dans l'enduit ou toute projection d'eau trop importante, le dessus de toute saillie (corniche, bandeaux, moulure) sera impérativement revêtue de zinc, de cuivre plombé ou de plomb...

Afin de les protéger des rejaillissements d'eau au niveau du sol, les soubassements des bâtiments seront réalisés en mortier fortement dosé en sable (mortier bâtard ou mortier de chaux hydraulique naturelle). Les soubassements en pierre, ou placage de pierre seront conservés apparents.

Ne jamais employer d'accélérateurs de prise : les réactions chimiques imprévisibles peuvent provoquer d'importants désordres.



Finition

Les enduits épais nécessitent un séchage long (de 6 mois à 1 an). C'est alors seulement que l'on pourra appliquer peintures ou badigeons.

Il est cependant préférable dans la plupart des cas de laisser l'enduit nu. La couleur du sable, éventuellement relevée par une coloration dans la masse au moyen d'oxydes métalliques naturel constitue la meilleure finition.

Les badigeons parfaitement appropriés aux enduits au plâtre se présentent sous deux aspects :

• *Les laits de chaux* qui sont appliqués au rouleau, au pinceau ou par pulvérisation au pistolet ou à la sulfateuse sur enduits neufs ou parfaitement nettoyés et de couleur homogène. Très transparents, ils ne seront pratiqués que sur un mur entièrement traité. Ils permettent d'obtenir des couleurs «aquarellées», transparentes, en superposant trois couches de teintes différentes sur un fond clair uniforme. Ils sèchent très vite et doivent être appliqués sur l'enduit humide ou humidifié. On les teinte avec des terres naturelles (terres de Sienne), des oxydes métalliques et des silicates. On les fixe par adjonction d'une petite quantité de sels d'alun (1 poignée pour 10 l), d'huile de lin (7 %) ou d'alcool polyvinylique. Leur emploi très facile nécessite toutefois de nombreux essais de coloration. Ils sont le plus souvent employés dans la proportion de 1 volume de chaux pour 1 à 2 volumes d'eau.

• *Les badigeons épais* appliqués au pinceau ou au rouleau selon l'opacité recherchée sont utilisés dans le cas des réfections laissant apparaître les reprises d'enduits. Teintés au sable fin épais très coloré, ils seront employés seuls en une ou deux couches ou en support pour les couches de lait de chaux coloré. Employés seuls, on peut augmenter leur coloration par adjonction de pigments et les fixer comme les laits de chaux.

Les enduits extérieurs plâtre et chaux, réalisés avec les précautions qui s'imposent sont susceptibles de dépasser largement sans dommage la longévité décennale. Les exemples de façades anciennes en témoignent et de simples travaux d'entretien ou de réfection partielle peuvent les maintenir en parfait état de conservation.

D. Daligand

Enduit fin à la chaux
sur tous supports correctement préparés



En finition, tous les sables ou poudres de marbre doivent être tamisés pour retirer les éventuelles impuretés.



Les outils pour l'application d'un enduit de finition : truelle, langue de chat, grand ou moyen platoir pour l'application, petit platoir arrondi pour le lissage.



L'humidification des supports poreux est une étape importante pour la réussite de l'application et pour la carbonatation de la chaux.

Les enduits fins à la chaux ont un rendu doux et légèrement satinés selon le lissage lors de l'application. Un grand classique, oscillant entre tradition, nature et esprit contemporain.

L'enduit fin à la chaux s'applique sur un corps d'enduit, à la chaux ou à l'argile, bien dressé et granuleux.

Sur un support trop absorbant (plâtre, béton cellulaire) ou trop lisse (plaques de plâtre, fermacell ou fond peint), il convient d'appliquer au préalable une peinture de sous-couche sablée afin d'unifier le fond et de créer une accroche mécanique.

L'enduit fin est une étape décisive pour la beauté de l'habitat. Ce revêtement mural permet de multiples possibilités décoratives. Le grain, la couleur des agrégats, la pigmentation et la méthode d'application sont des facteurs de différenciation.

A chacun de trouver la formulation la plus proche de ses goûts esthétiques. Des essais préalables sont nécessaires pour définir la teinte. Pour faciliter votre choix, un nuancier de teintes est disponible exclusivement sur le site :

Voir : Aide au choix -> Nuancier des enduits

L'enduit fin se pose en général en deux passes à frais, chacune de 2 mm d'épaisseur. Prévoir une épaisseur totale de 4 mm. Sur les supports préparés avec une peinture d'impression sablée, une seule couche de 2 mm peut suffire.

Dans la chronologie du chantier, l'enduit fin s'applique en dernier, généralement, après la pose des revêtements de sol et de plafond. Les jonctions sont ainsi nettes et le risque d'abîmer les enduits est réduit.

» Préparation du support

L'enduit fin à la chaux s'applique directement sur un corps d'enduit à la chaux bien dressé, rugueux et plan. Sur un corps d'enduit à l'argile, il convient d'appliquer un lait de chaux au préalable, à raison de 1 volume de chaux pour 4 volumes d'eau.

Les fonds lisses de type plaques de plâtre ou anciennes peintures nécessitent une préparation adaptée.

Voir la fiche : Mise en œuvre -> Préparation -> Préparation des supports

- Vérifier la tenue des boîtiers électriques. En cas de besoin, renforcer leur scellement au mortier de chaux/plâtre.
- En dépoussiérant, vérifier les surfaces et ôter les éléments friables.
- Poser des bandes de masquages sur les bords, menuiseries...
- Humidifier les supports poreux la veille de l'application, avant de commencer la pose, puis tout au long du chantier.

» Chaux aérienne en poudre ou en pâte ?

Les mortiers à la **chaux aérienne en poudre** se bonifient par un temps de repos de 12 heures minimum après malaxage. Ce temps de repos permet le développement de la chaux aérienne, elle gonfle en contact de l'eau et devient plus riche et plus onctueuse.

Ce temps de repos permet aussi les échanges entre les ingrédients et la complète répartition des pigments. Les mortiers préparés le veille du chantier donneront des enduits plus durs et plus résistants. La cabonatation sera optimisée.

La **chaux aérienne en pâte** est obtenue dans le cycle de fabrication de le chaux, lors de l'extinction de la chaux vive. Cette dernière est noyée dans une grande quantité d'eau, tamisée et stockée pendant plusieurs mois, voir des années.

C'est une chaux plus concentrée, très fine, onctueuse et dont les mortiers sont directement utilisable après malaxage. Un peu plus laborieuse à malaxer et transvaser, on la réserve à des ouvrages fins tels les stucs, tadelakt et enduits décoratifs.

Enduit fin à la chaux
sur tous supports correctement préparés

Décoration -> Enduits



Les platoirs à bords arrondis sont des outils indispensables pour l'application et le lissage des enduits.

La chaux en pâte confère plus de dureté aux enduits. De ce fait, elle s'utilise aussi pour la couche de finition des enduits de façade et pour la réalisation de fresques.

» Formulation de l'enduit

Lors de la préparation des enduits fins, il est conseillé de tamiser tous les agrégats avec un tamis fin (N° 14, 16 ou 18) pour éliminer d'éventuelles impuretés. Le confort d'application et les chances de réussite s'en verront nettement améliorés.

Mélangez l'enduit avec un mélangeur électrique.

Ces dosages permettent d'obtenir environ 40 litres de mortier, pour couvrir environ 10 m² en 4 mm d'épaisseur.





La seconde couche est appliquée sur la première déjà ferme sous la pression du doigt.

Malaxer la chaux en pâte seule pour la rendre onctueuse et lisse, rajouter éventuellement un peu d'eau. Tamiser la poudre de marbre et/ou le sable. Incorporer les pigments, bien mélanger à sec. Ajouter la chaux en pâte puis brasser longuement en insistant dans les bords et au fond du bac.

Le mélange est parfois suffisamment humide. Si nécessaire ajouter un peu d'eau. La consistance idéale est onctueuse et glissante.





La taloche-éponge permet de réhumidifier l'enduit et d'égaliser les surépaisseurs aux reprises.

Mélanger la chaux, en poudre, les agrégats et les pigments à sec. Ajouter progressivement l'eau, brasser longuement jusqu'à obtention d'un pâte onctueuse.

Couvir d'une couche d'eau et laisser reposer au moins 12 heures.

La coloration aux pigments se fait dans une proportion maximale par rapport au poids de la chaux, de 15 % pour les terres colorantes et de 10 % pour les oxydes.

Voir la fiche : Mise en œuvre -> Formulations -> Coloration des enduits et des peintures

Une fois gâchés, les mortiers à la chaux aérienne se conservent plusieurs mois dans des contenants, sous une couche d'eau.

Enduit fin à la chaux
sur tous supports correctement préparés



Tout au long du chantier et en fin de tâche, maintenir l'enduit humide pour éviter un séchage trop rapide. C'est la cure humide dont la chaux à besoin pour bien carbonater.



Le sgraffito se réalise le jour même, dans l'enduit encore frais mais déjà dur en surface.



Cet enduit beige a été formulé avec du sable blanc tamé 0-1 et de la poudre de marbre jaune, sans utiliser de pigment.

» Avant de commencer

Les règles de base de l'application des enduits sont détaillées dans cette fiche :

Mise en œuvre -> Technique -> Application des enduits muraux

Veiller à **travailler proprement**, tout au long des étapes, de la préparation à la pose en passant par la formulation et le nettoyage. Contrôlez vos outils, ils doivent être propres et intacts.

Sur support poreux, un enduit appliqué en couche fine tire rapidement, l'opérateur manque de temps pour le mettre en place de façon esthétique. Pour cette raison, **l'enduit fin s'applique en deux passes à frais.** La première passe encore fraîche fait réserve d'eau, elle fournit l'humidité nécessaire pour que la seconde tire lentement.

Pour les pans dont la surface est importante, prévoir plusieurs opérateurs. Réfléchir au sens de la progression, de manière à limiter les reprises. Prévoir des temps de repos. **Préparer le chantier la veille** pour gagner du temps.

L'enduit fin se **pose de haut en bas**. Les chutes d'enduit ne sont pas réutilisées.

» Application

- Humidifier généreusement la totalité des supports poreux avant application. En cours de travail, humidifier régulièrement. **Ne pas humidifier** le support s'il est préparé avec une peinture de sous-couche sablée.
- Poser une première passe de 2 mm au platoir sur toute la surface et à la langue de chat dans les recoins. Cette couche doit combler les aspérités du corps d'enduit et le recouvrir d'une couche fine uniforme.
- Talocher si nécessaire. Le talochage permet d'atteindre la planéité, de corriger les creux et les bosses. Il s'agit de mouvements circulaires bien appuyés.
- Pour faciliter les raccords et les reprises, réhumidifier la bordure de l'enduit déjà posé. L'enduit ainsi assoupli fond plus facilement dans la matière en cours d'application. L'utilisation d'une taloche-éponge humide est très appréciée pour corriger les défauts.
- Poser la seconde passe lorsque la première est ferme sous la pression du doigt. En général, sur support poreux, la première passe s'applique le matin et la deuxième l'après-midi. Sur un support préparé avec la sous-couche sablée une seule passe peut suffire.
- Appliquer la seconde passe de 2 mm, bien appuyer pour la faire pénétrer dans la précédente. Lisser au mieux dès l'application, sans trop insister.
- Alterner application et lissage au platoir à bords arrondis.

Si des cloques apparaissent, ne plus toucher et revenir plus tard : c'est un signe de décollement. Après un certain temps, resserrer les cloques avec le platoir, elles doivent disparaître en un seul passage, sinon il faut attendre encore.

En fin d'ouvrage, retirer les bandes de masquage. Fignoler et resserrer les bords, insister autour des appareillages électriques et des menuiseries. Recouper les bords en biseau avec un cutter et chanfeiner les coins à la langue de chat si nécessaire.

Pour réaliser un sgraffito, c'est le moment : l'enduit est ferme mais encore frais.

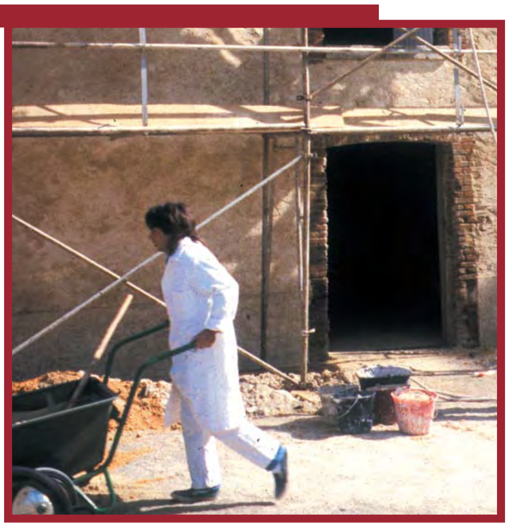
Voir fiche : Décoration -> Finitions -> Sgraffito

En fin de chantier et le lendemain, réhumidifier l'ensemble de l'enduit pour le maintenir humide. La chaux a besoin d'eau et de dioxyde de carbone (CO_2) pour durcir correctement.

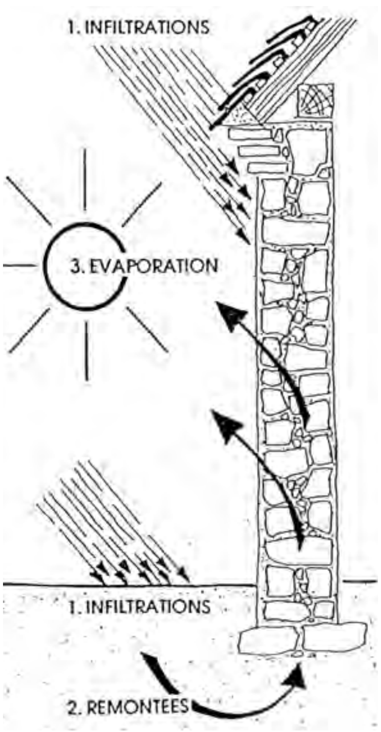
Cette fiche conseil a été réalisée par le CAUE et le STAP du Loiret

Les fiches conseil

ENDUIRE UN BÂTI ANCIEN À LA CHAUX NATURELLE



L'enduit constitue la couche de finition des maçonneries. Il a pour fonction de protéger le bâtiment contre les intempéries tout en favorisant les échanges gazeux avec l'extérieur. De par ses propriétés à réfléchir la lumière, c'est aussi l'enduit qui donne aux façades leurs qualités d'aspect et de couleur.
Pour que la réfection d'un enduit soit réussie, il est impératif que le mortier utilisé soit **en parfaite compatibilité avec son support de manière à garantir une bonne mise en œuvre et à préserver la pérennité du bâtiment.**
C'est pourquoi, **sur les maçonneries anciennes, il convient de rejeter les solutions à base de ciment gris, de chaux artificielle ou d'enduits plastiques qui empêchent les murs de respirer, favorisent la stagnation de l'humidité à l'intérieur des bâtiments et dénaturent la construction.**



L'enduit doit protéger les maçonneries des intempéries et favoriser la migration vers l'extérieur de l'humidité présente dans les murs

L'enduit doit protéger les maçonneries des intempéries et favoriser la migration vers l'extérieur de l'humidité présente dans les murs.
Il est donc indispensable de mettre en œuvre des enduits à la chaux naturelle qui respectent ces processus. Il existe deux sortes de chaux naturelle : chaux aérienne et chaux hydraulique. Les deux sont issues de roches calcaires composées principalement de carbonate de calcium et en proportions variables de silice, oxyde de fer, magnésie et argile.

Les différents types de chaux naturelles

La chaux naturelle aérienne est obtenue à partir d'un calcaire très pur (contenant moins de 5% d'argile). Les mortiers anciens étaient réalisés avec cette chaux, dite grasse.
Aujourd'hui la chaux grasse est industrialisée et normalisée sous le terme « chaux aérienne éteinte pour le bâtiment, Chaux calcique » (CL). Elle absorbe beaucoup d'eau et durcit à l'air. Si sa prise est lente et exige beaucoup de temps, la chaux aérienne permet la réalisation d'enduits onctueux qui ne faïencent pas. Imperméables à l'eau mais perméables à la vapeur d'eau, ils laissent les maçonneries respirer tout en les protégeant des intempéries. Par ailleurs, la chaux aérienne permet de réaliser des enduits blonds ou colorés qui gardent la couleur des sables employés dans leur composition.

La chaux naturelle hydraulique contient entre 5 et 30 % d'argile. Dans le commerce on la trouve sous la dénomination NHL pour Natural Hydraulic Lime. Elle fait sa prise à l'eau et présente une plus grande résistance mécanique. Elle permet de réaliser des ouvrages plus durs et solides comme des dalles ou des bétons de chaux.

Les composants

Le sable

Le sable doit présenter une granulométrie comprise entre 0,2 et 5 mm avec 10 à 15 % de fines. Il faut utiliser 2/3 de sable de rivière et 1/3 de sable de carrière. C'est le sable de carrière qui va apporter sa coloration naturelle à l'enduit.
Légèrement argileux et colorés, donc non lavés, ces sables présentent une très grande variété de couleurs, dans une large palette de nuances et de tons ocrés.
S'il est impossible de trouver du sable provenant d'une minière locale, on utilisera du sable de rivière, en ajoutant un colorant naturel, mais les nuances ainsi obtenues n'auront pas la même richesse. Le sable de Loire n'est plus extrait du lit du fleuve, on constate une grande difficulté à retrouver les sables semblables à ceux utilisés anciennement (couleurs, lavage, calibrage). Il importe de réaliser des mélanges, voir d'ajouter de l'ocre naturelle pour obtenir satisfaction.
Il convient de stocker tout le sable en même temps sur le chantier car la teinte peut changer d'une livraison à l'autre.

La chaux

Autrefois, la chaux naturelle était fabriquée artisanalement et localement. Des briques ou des tuiles pilées pouvaient y être ajoutées pour donner un peu d'hydraulicité au mortier.
Aujourd'hui, la chaux naturelle est fabriquée industriellement et conditionnée en sacs sous forme de poudre ou de pâte.
Selon les supports, matériaux et types d'ouvrage, l'adjonction de chaux hydraulique naturelle (NHL), dans des proportions allant jusqu'à 35%, à un mortier à base de chaux aérienne (CL) permet d'en accélérer la prise.
De ce fait, la teneur du mélange chaux aérienne, chaux hydraulique et sable, peut varier dans des proportions relativement importantes.
Éviter l'emploi de la chaux hydraulique artificielle(XHA), remplacé par HL qui est en fait un petit ciment par la dureté et la teinte grise.

Les enduits à la chaux naturelle, leur composition et les techniques de mise en œuvre sont régies par un document technique unifié qui en réglemente l'usage : D.T.U. n°26. 1. Les chaux de construction sont définies par la norme NFP 15-311. Selon ces normes, il existe 3 types de chaux aérienne : CL70, CL80 et CL90 ; plus le chiffre est élevé et plus la chaux est pure et meilleure. Il existe par ailleurs 3 types de chaux hydraulique : NHL2, NHL3,5, NHL5 ; plus le chiffre est élevé plus elle a de résistance mécanique.
Dans le commerce, on peut vous proposer de la chaux blanche qui pourrait être de la chaux naturelle mélangée à du ciment, ou de la chaux grise qui pourrait être de la chaux artificielle ou du ciment. Le sigle HL correspond à de la chaux artificielle ou ciment amaigri, le Z de NHL-Z indique la présence de ciment.



Conseils de mise en œuvre

Établir un diagnostic avant d'entreprendre les travaux

Les maçonneries nécessitent un examen préalable du support en vue de définir le type d'enduit à appliquer, sa composition et le traitement éventuel du support (cas de sources d'humidité permanente, salpêtre…).

Rejaillissement en pied de mur

Pour éviter la conséquence de rejaillissement en pied de mur à défaut d'assise de rejaillissement de pierre, des soubassements en mortier de liant hydraulique (chaux naturelle hydraulique - NHL) peuvent être appliqués en pied de façade.

Mise en œuvre

Généralement, l'enduit est composé de trois couches successives : gobetis, corps d'enduit et couche de finition. Toutefois, selon les cas, deux couches minces sont seulement demandées pour éviter les surépaisseurs. Entre les passes, il est nécessaire d'attendre le séchage complet de l'enduit.

Le gobetis est une couche d'accrochage mince projetée à la truelle.

Le corps d'enduit est projeté à la truelle ou à la machine puis redressé à la règle et taloché pour le serrer.

La finition est une couche mince qui donne son aspect à l'enduit.

Les enduits de chaux naturelle acquièrent après lissage et séchage, une solidité et une longévité compatibles avec la pierre. Par ailleurs, leur aspect, leur texture et leur couleur incomparables participent à l'esthétique des maisons traditionnelles.

Préparation des supports

Lors d'une restauration ou d'un ravalement, il faut prendre soin d'éliminer les anciens enduits de ciment. Piquer le vieil enduit sans creuser les joints. Assainir le mur par la pose d'un drainage en pied de fondation si nécessaire. Dans le cas d'un mur réalisé avec des matériaux composites, fixer un grillage synthétique sur la façade en évitant le fer que la chaux naturelle fait rouiller. (le grillage est à proscrire s'il dépasse le nu des encadrements et les chaînes d'angle). Humidifier le mur avant la réalisation de l'enduit.

Les couleurs

La chaux naturelle est un produit transparent. Lors de la réfection d'un enduit, il convient de s'inspirer de la teinte des enduits anciens des maisons présentes à proximité pour définir la couleur de l'enduit.
D'une manière générale :
• dans le Nord du Loiret (Gâtinais de l'Ouest et Beauce de l'Est) l'ajout de tuileaux ou de briques pillés donne une coloration rosée aux enduits. Cette teinte n'est pas systématique et doit être réalisée avec prudence, seulement en cas de traces d'anciens enduits de cette nature. La poudre de brique ou de tuiles est à éviter absolument afin de ne pas obtenir un aspect uniformément rose pâle qui aurait l'apparence d'un enduit industriel.
• en Puisaye et dans le Gâtinais de l'Est la couleur naturelle des sables donne une teinte ocrée (ocre-beige foncé sable) soutenue aux enduits.
Le meilleur choix s'effectue sur la base d'échantillons. Bien veiller à laisser sécher les échantillons, l'enduit s'éclaircit fortement dans le temps.
Nota : un enduit n'a fait sa prise totale qu'en un mois environ.
• dans la région du Val-de-Loire, les enduits anciens sont souvent à base de sable de Loire prélevé dans le lit du fleuve. Ils ne sont teintés que par les grains de sable roulé par le fleuve. À l'origine l'enduit est donc clair, avant de prendre une teinte légèrement grisâtre avec le temps.

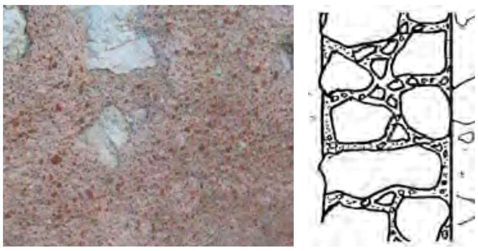
L'aspect et la finition

Précaution à prendre

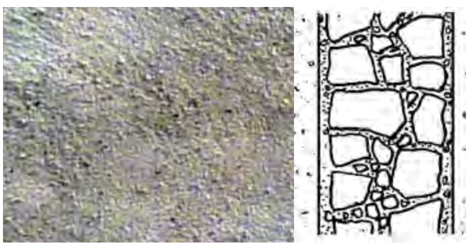
Le choix de l'enduit de finition doit respecter le caractère de la maison. Il convient donc de conserver les particularités en tenant compte du style de la construction : présence d'encadrements et moulures, différences d'épaisseurs, listels, soubassements appareillés...
L'emploi du plâtre, rencontré notamment dans le Nord du département, peut- être utilisé pour économiser la pierre de taille, pour réaliser corniches, bandeaux, chaînes ou encadrements, moulures des façades du XIXe.
Sur le plan technique et esthétique, il faut proscrire la mise à nu des moellons de pierre qui, à l'origine, étaient recouverts par l'enduit. Cette manière de faire, liée à une mode répandue, est préjudiciable à l'étanchéité du mur et à sa conservation.

La finition

Les enduits sont la peau de la façade, c'est leur ruine qui a fait apparaître les moellons. À l'exception de la Beauce, la majorité des bâtiments traditionnels réalisés en maçonnerie dans le département présente des enduits à la chaux naturelle couvrant totalement les maçonneries. En effet, bien que les murs aient été construits en pierres calcaires et rognons de silex, la qualité médiocre des liants ne permettait pas de laisser les parements exposés aux vents chargés de pluie. Une protection était nécessaire sous la forme d'un enduit de chaux naturelle couvrant. Dans la plupart des cas, les seules pierres qui doivent rester apparentes sont des pierres appareillées (chaînages, encadrements,…). En général, l'enduit affleure les pierres d'encadrement et de chainage.



Enduit au mortier de tuileau (*Photos : STAP du Loiret*)



Enduit brossé couvrant (*Photos : STAP du Loiret*)

Photo et croquis CAUE du Loiret

Il existe deux principaux types de finition

1- L'enduit à pierres vues (technique particulière utilisée en Beauce) : émergence par affleurement de la tête des moellons. Cette technique est réservée aux murs de clôture, aux pignons aveugles des maisons et aux bâtiments des dépendances les plus rustiques. La pierre vue n'est techniquement et esthétiquement pas adaptée aux habitations. La maçonnerie est d'abord rejointoyée. Les joints largement bourrés sont arasés à fleur de pierre. Il faut remplir les creux et faire disparaître dans l'enduit les pierres en retrait. Le mortier ne recouvre pas totalement la maçonnerie, les moellons affleurent à la surface de l'enduit. Les joints ne sont cependant pas creusés mais « remplis ».

2- L'enduit brossé (technique utilisée dans l'ensemble du département) : logiquement un enduit est serré pour garantir la meilleure étanchéité. Pour ce faire, il est lissé à la truelle ou à la taloche (apparue au XIXe siècle). Pour obtenir une forme de patine à l'enduit, il est d'usage de passer avant prise définitive une taloche éponge qui dégage le grain de la laitance.
Selon la typologie d'autres finitions sont envisageables : taloché brossé, épongé, serré, lissé…

À proscrire : les joints trop creusés, les enduits grattés, les enduits tyroliens qui ne sont pas traditionnels. Éviter les surépaisseurs qui obligent au marquage excessif des pierres de chaînage et des linteaux.

BIBLIOGRAPHIE

• ***Les chaux et les sables dans les enduits, entretien et restauration des bâtiments anciens***, CAUE44, CAPEB
• ***Techniques de l'architecture ancienne***, Yves-Marie Froidevaux, Éd. Mardaga, 1993
• ***La maison rurale en Ile-de-France***, Pierre Thiébault, Éd. à compte d'auteur, 1995
• ***Ville de Montargis***, Charte de recommandations pour la restauration du bâti en quartier ancien, CAUE 45, 1998
• ***Comment massacrer efficacement une maison de campagne en dix-huit leçons***, Renaud Camus, Editions Privat
• Fiches ***ATHEBA,*** sur ***www.maisons-paysannes.org***
• ***La maison de Pays***, René Fontaine, Éd. Seghers, 2001

36 quai du Châtelet 45000 Orléans | 02 38 54 13 98 | contact@caue45.fr | www.caue45.fr

Les enduits de façade

En neuf ou en rénovation, les enduits de façade constituent une protection efficace et durable si l'entreprise effectue le bon diagnostic, une bonne préparation des fonds et applique un produit bien adapté à la nature du support. Alors les murs retrouvent une nouvelle jeunesse et s'harmonisent avec l'environnement de la maison.



Le revêtement des murs de façade, enduit, peinture… protège la maçonnerie des intempéries et embellit la construction en lui donnant un aspect homogène. Dégradé, il met en péril la structure en laissant l'eau s'infiltrer dans les murs. Après diagnostic et réparations, le ravalement est réalisé avec une méthode traditionnelle ou des produits modernes respectueux du neuf ou de l'ancien qui vont (re)donner à la maison son cachet.

Des murs bien préparés

Aucun revêtement de façade n'est éternel ! Outre les fissures visibles à jointoyer et les mousses à détruire, les effets du vieillissement sont nombreux et provoquent des désordres plus ou moins importants, à réparer ou à éliminer avant application d'un nouveau revêtement.



Lorsque l'enduit n'est pas trop dégradé, il reste impératif d'en enlever toutes les parties qui ne proposent plus une adhérence suffisante. Il faut aussi ôter les traces de peinture par lessivage, brossage, décapage ou sablage à sec.

Une mise à nu de la maçonnerie s'impose lorsque le revêtement de façade existant est abîmé, voire inadapté. Les revêtements plastiques épais (RPE) posent le plus de problèmes car il est nécessaire de procéder à un décapage chimique, mécanique, ou à un brûlage. Les enduits hydrauliques à base de ciment ou de chaux se piochent au burin ou au marteau pneumatique s'il le faut.

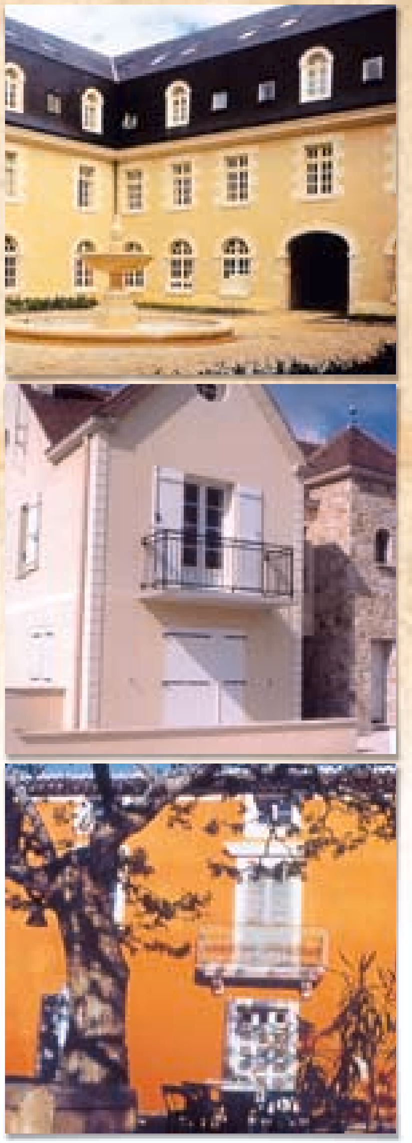
Les désordres qui apparaissent après ces opérations doivent évidemment être traités. Les mœllons en mauvais état sont remplacés ou retaillés pour éliminer les parties en mauvais état. La bonne adhérence et la dureté des joints est vérifiée. Les dégarnir sur 2 à 3 cm si nécessaire.

Le nettoyage de la façade au nettoyeur haute pression avant application d'un enduit est obligatoire. Sur les pierres tendres (tuffeau, craie, brique foraine…), travailler en basse pression et brosser le support.

Traditionnel, en deux ou trois couches

Étalé à la taloche, l'enduit comporte trois couches successives. Projeté mécaniquement (pot de projection, machine à projeter), l'application se fait en deux couches. Leur dosage est spécifique selon la nature de la chaux, du ciment et du sable et leur fonction. Dans tous les cas, on doit tenir compte des recommandations des fabricants, mentionnées sur le sac.

- Le gobetis, ou couche d'accrochage d'une épaisseur de 10 mm maximum, est un mortier riche qui assure l'adhérence de l'enduit au support. Il est appliqué sur un support humidifié, d'abord la veille, puis plusieurs heures avant l'application. Si la maçonnerie est dégradée ou hétérogène, le gobetis est armé d'un treillis métallique fixé par clouage ou d'une toile de verre.
- Le corps d'enduit constitue l'épaisseur du revêtement, il lui donne sa forme définitive et favorise l'imperméabilité et l'isolation du support. Cette couche compacte et homogène, d'une épaisseur de 10 à 20 mm, est serrée à la taloche, sa surface restant rugueuse pour faciliter l'accrochage de la troisième couche.
- La couche de finition joue un rôle décoratif et contribue à la conservation du corps d'enduit. Réalisée sur l'enduit frais, elle ne doit pas être trop épaisse (5 à 8 mm) pour éviter le faïençage. Elle peut aussi être protégée par l'application d'un badigeon (mélange d'un volume de chaux aérienne et de 2 à 3 volumes d'eau) teinté avec des pigments minéraux locaux, ou une peinture à la chaux prête à l'emploi disponible en de nombreuses teintes.



Respecter le bâti ancien

Les maisons anciennes utilisaient la pierre du pays, des briques "foraines" fabriquées localement, des pans de bois et du torchis ou du pisé… L'assemblage et/ou le revêtement de protection alliaient la chaux et le sable, voire la terre. Recouvrir tout cela d'un enduit hydraulique à base de ciment, c'est s'exposer à voir ce revêtement se dégrader rapidement, mais aussi mettre en danger la structure du bâti existant qui ne pourra plus "respirer" correctement. Le résultat peut être pire si un revêtement (crépi) plastique épais a été employé. Des désordres que l'on peut aisément constater sur les maisons anciennes ravalées à l'économie, pendant les décennies précédentes. Pour restaurer les façades des maisons anciennes, rien ne vaut un enduit à base de chaux. Il se choisit en fonction des caractéristiques de la construction et des traditions locales.

Sur les pierres ou briques très tendres et les supports anciens, on applique un gobetis à la chaux bâtardée NHL-Z 3,5, un corps d'enduit et la finition à la chaux NHL 2.

Sur les matériaux tendres, le gobetis est réalisé avec un ciment CPJ-CEM II 32,5 ou une chaux bâtardée NHL-Z 5, le corps d'enduit avec de la chaux bâtardée NHL-Z 3,5 et la finition avec de la chaux NHL 2.

Sur les pierres dures, un mortier résistant s'impose. Un gobetis au ciment CPJ-CEM-II 32,5 est recouvert d'un corps d'enduit au ciment à maçonner MC 12,5 (ex XHA chaux hydraulique artificielle). La couche de finition est réalisée avec une chaux bâtardée NHL-Z 5 ou à la chaux NHL 2.

Plus simples d'emploi, les enduits monocouches pour la restauration du bâti ancien sont formulés à base de chaux, de sable. Disponibles en différentes teintes, ils s'appliquent aussi bien manuellement qu'à la machine à projeter, sans se soucier des dosages délicats pour retrouver la teinte. Ces "monocouches" associent généralement une sous-couche pour réaliser un gobetis qui accrochera l'enduit de finition appliqué quelques jours plus tard.

Le cas particulier du plâtre

Le plâtre a été beaucoup utilisé comme revêtement de façade en région parisienne. Il ne s'agit certes pas de plâtre ordinaire, mais de plâtre gros, de construction, mélangé à de la chaux aérienne éteinte et à du sable. Son application essentiellement manuelle n'a rien de simple, surtout lorsqu'il faut le tirer à la règle et le couper à la berthelée. Plusieurs produits sont proposés pour la rénovation.

Les enduits de façade







Enduire des maçonneries récentes

Sur les maçonneries modernes, parpaings, briques, béton… rien n'empêche, sauf avis contraire, d'appliquer un enduit traditionnel en trois couches. Deux autres types de produits sont plus adaptés.

Les monocouches s'appliquent manuellement, après avoir été gâchés à la bétonnière, ou à la machine à projeter dans laquelle ils ont été malaxés. Un gobetis peut d'abord être appliqué sur la maçonnerie, trente minutes avant la passe de finition. Le produit doit souvent être projeté à la lance ou, en tout cas, être appliqué et dressé rapidement sur tout un pan de mur. Cela nécessite une équipe bien rôdée aux travaux de façade. Il est en outre impératif que l'épaisseur soit à peu près constante (15 mm par exemple), et respecte les consignes d'emploi et d'application. A noter que sur le béton cellulaire, l'application préalable d'un fixateur de fond ou d'un enduit spécifique au matériau est indispensable. La finition, grattée, rustique ou talochée, intervient quelques heures plus tard.

Les revêtements plastiques épais (RPE) assurent l'imperméabilisation et la décoration des murs en parpaings ou en briques, recouverts d'un enduit. Ils cachent les défauts de planéité et le faïençage de ce dernier. Présentés en pâte prête à l'emploi, les RPE sont appliqués en une couche épaisse. Quelques minutes plus tard, on réalise le relief final avec un rouleau structuré ou à la taloche. On peut leur donner de nombreux aspects de finition (ribbé, rustique...), mais les reliefs trop marqués sont plus sensibles à l'encrassement.

Question de chaux

La chaux aérienne calcique CL (Calcium Lime) **ou dolomitique DL** (Dolomitic Lime), ex-CAEB (Chaux Aérienne Eteinte pour le Bâtiment) durcit uniquement au contact de l'air. Elle se décline selon sa teneur en matière active (CL90, 80 ou 70, DL85 ou 80). Sa prise très longue fait qu'un enduit à base de chaux aérienne sera moins résistant et plus perméable qu'un enduit à base de liants hydrauliques. Elle est réservée aux enduits extérieurs sur des supports tendres, mur de pisé, torchis, bauge ou à un usage intérieur. Elle peut servir à réaliser un mortier bâtard, mélangée avec un ciment ou une chaux hydraulique pour raccourcir son temps de prise et augmenter ses performances.

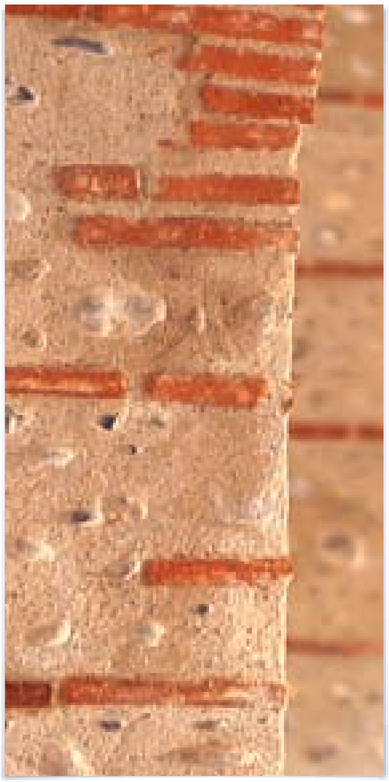
La chaux hydraulique naturelle (NHL, Natural Hydraulic Lime), durcit à court terme au contact de l'eau (prise hydraulique) puis progressivement au contact de l'air. Pure, elle convient très bien pour réaliser un enduit sans aucun autre additif ou liant. Elle est classée selon 3 niveaux de résistance mécanique minimale à 28 jours, 2, 3,5 ou 5 Mpa. Suivie de la lettre Z, l'appellation NHL signifie qu'il s'agit d'une chaux naturelle bâtardée avec du ciment.

Les chaux hydrauliques (HL) sont des liants obtenus par mélange de chaux et de ciment. Elles se déclinent comme les précédentes en 3 niveaux de résistance mécanique (HL2, 3,5 ou 5). Par leur composition, elles sont destinées au supports neufs ou récents.

Les enduits de façade

fin

L'enduit à pierres vues, une mode à risque...



Dans certaines régions, lorsque les moellons aux formes irrégulières étaient trop difficiles à retailler, ils étaient assemblés avec un mortier de sable, de terre argileuse, voire un peu de chaux. Ils étaient ensuite jointoyés avec un enduit pour protéger ce mortier mince dont la désagrégation pouvait mettre en péril la solidité du mur. Selon la nature de la pierre, cet enduit recouvrait plus ou moins les moellons. Dégradé, il se rénove assez facilement.

Les joints sont dégarnis sur 1 à 3 cm de profondeur sans entamer le mortier. On remplace les pierres manquantes en les scellant avec un mortier de chaux. La façade nettoyée, le mur est humidifié la veille de l'application afin que le mortier de rejointoiement ne sèche pas trop vite.

Un mortier de chaux NHL est le plus adapté. Il est choisi selon la dureté du matériau. Un enduit prêt à l'emploi à base de différentes chaux et sable peut également convenir. Sur les pierres ou briques très tendres et les supports anciens, on utilise un mortier à base de chaux NHL 2. Sur les matériaux tendres, un mortier avec de la chaux NHL 3,5 est conseillé. Une chaux bâtardée NHL-Z au ciment blanc ou gris, ou un mortier prêt à gâcher est également possible. Sur les pierres dures, il est préférable de choisir une chaux bâtardée NHL-Z 5 ou un ciment à maçonner.

Le mortier est fortement resserré pour pénétrer jusqu'au fond des joints. Suivant la régularité de l'appareillage et la finition choisie, l'enduit déborde plus ou moins sur les pierres. Après quelques heures de séchage, le mur est frotté à l'éponge ou à la brosse souple. Lorsque le mortier a pris, le passage d'une brosse métallique achève de nettoyer les pierres restant visibles, donnant un aspect général plus esthétique que s'il avait été lissé.

Prudence ! Après élimination d'un vieil enduit et dégarnissage des joints, la tentation est forte de réaliser un enduit à pierres vues si les murs ont été construits avec des moellons de tout venant. S'il s'agit de pierres dures (granit, grès, calcaire dur...), on peut tenter de le réaliser. Sur des pierres tendres et gélives, mieux vaut réaliser un enduit traditionnel à la chaux en trois couches.

D'une manière générale, si les anciens avaient recouvert et protégé d'un enduit toute la maçonnerie, c'est qu'ils avaient de bonnes raisons. Aussi, dans le doute, mieux vaut réenduire le mur car rien ne vous dit que les moellons que vous avez remis à nu sont suffisamment résistants pour affronter les intempéries sans se désagréger au fil du temps.

Crédit Photos • Lafarge (Ciments - Mortiers) - Calcia - Weber et Broutin

Laissez-les respirer

S'il est indispensable que le futur enduit protège le mur des intempéries, donc qu'il présente une certaine imperméabilité, il faut aussi qu'il le laisse respirer, c'est-à-dire qu'il laisse sortir la vapeur d'eau qui s'y accumule.

L'imperméabilisation à la pluie dépend pour beaucoup de la qualité de la mise en œuvre, d'après une étude du Laboratoire de recherche des monuments historiques. En revanche, la perméabilité à la vapeur d'eau doit être croissante du support vers la couche de finition, ce qui nécessite par exemple une proportion de plus en plus élevée de chaux aérienne dans l'enduit à mesure que l'on se rapproche de la couche externe.

La résistance mécanique de l'enduit doit être au plus égale à celle de son support : cela évite qu'en faisant prise, puis en participant aux mouvements de la structure, l'enduit ne s'en détache. De même, la résistance de chacune des couches doit être décroissante, sinon des phénomènes de retrait et donc de fissures sont inévitables.



LA CHAUX NATURELLE

PRESENTATION

Jusqu'à la révolution industrielle et l'invention du ciment, la chaux est le principal liant de maçonnerie dans la construction. Pendant des années, le ciment est roi. Mais la chaux connaît une période de renouveau à partir des années 1980. Des artisans se spécialisent dans la restauration de bâtiments anciens et peu à peu, ils se réapproprient et diffusent les savoir-faire anciens. Le bénéfice est double. Esthétique d'une part, la chaux permettant de réaliser les plus belles finitions. Sanitaire d'autre part, car la chaux est perméable à la vapeur d'eau et laisse perspirer les murs, contrairement au ciment.

La chaux est le résultat de la cuisson d'un calcaire à une température entre 800°C et 1000°C. Selon la composition des roches à l'origine de sa fabrication, on distingue deux principaux types de chaux :

- La **chaux aérienne ou grasse** (CL : Calcium Lime) provenant d'un calcaire pur
- La **chaux hydraulique ou maigre** (NHL : Natural Hydraulic Lime) provenant d'un calcaire argileux.



▲ Joints sable et chaux aérienne

DOMAINE D'UTILISATION

- Maçonnerie (mortier/ béton de chaux)
- Couverture
- Carrelage
- Fumisterie
- Enduit interieur et exterieur
- Décoration (tadelakt, badigeon, stuc...)
- Isolation (mélange chanvre)

MISE EN OEUVRE

La **chaux hydraulique naturelle (NHL)**, qui contient une proportion variable d'argile (parfois aussi de silice), fait sa prise en partie à l'eau et assez rapidement. Elle est légèrement grise et sa perméabilité à la vapeur d'eau décroît lorsque la proportion d'argile augmente (NHL 2 - 3, 5 - 5).

Par contre, plus il y a d'argile, plus sa résistance augmente.

La **chaux hydraulique naturelle (NHL 2)** convient dans le cas de supports modernes (briques, parpaings) ou d'enduits isolants chaux-chanvre.

La **chaux aérienne (CL)**, composée de calcaire très pur, est réputée pour sa blancheur et fait sa prise lentement à l'air. Hormis les cas cités précédemment, c'est elle que l'on préfère et qui permet de réaliser les plus beaux enduits, badigeons, patines...

LE SAVIEZ-VOUS ?

La chaux existe en fait depuis plus de 6000 ans. C'est avec le gypse, l'un des plus anciens et des plus universels des matériaux jamais utilisé par l'homme.



▲ Dressage d'un enduit sable et chaux

PROPRIÉTÉS

- Capacités de régulation hygrothermique (perméable à la vapeur d'eau / imperméable à l'eau de ruissellement)
- Matériau souple : la chaux s'adapte à l'évolution du support limitant ainsi les fissures
- Qualité antibactérienne et antiseptique
- Bonne résistance au feu
- Associé au matériau chanvre, la chaux offre un confort thermique et acoustique

APPLICATIONS

Les mortiers de chaux ont la particularité de réduire l'apparition des spectres de maçonnerie (apparition de joints et éléments de structure du mur) tout en permettant les échanges gazeux. Ils sont les mortiers les mieux adaptés pour les travaux de rénovation de maçonnerie ancienne et en écoconstruction.

L'utilisation de chaux pour la pose de carrelage limite l'apparition des tâches. Les performances mécaniques des mortiers de chaux augmentent au cours du temps, ils sont donc moins agressifs que le ciment et sont tout à fait adapté pour la pose de carreau en terre cuite ou en pierre naturelle.

Les mortiers de chaux sont très collants. Ils assurent donc une bonne adhérence des éléments de toiture et de fumisterie. Bien serrés, ils permettent une bonne imperméabilisation. Utilisés dans de bonnes conditions, ils ne tâchent pas les éléments en terre cuite.

Les enduits à base de chaux sont un mélange de chaux sable et eau. Ils s'appliquent à la truelle ou à l'aide d'une machine à projeter. On dresse l'enduit à l'aide de taloches.

Un des intérêts de l'enduit chaux-chanvre est la correction thermique des murs épais maçonnés, en pierre ou en brique, très inconfortables en hiver. Une couche de 4 à 6 cm d'enduit intérieur chaux-chanvre est donc le compromis idéal pour supprimer l'effet de paroi froide de ce type de mur, sans perturber son équilibre hygrométrique et tout en continuant à bénéficier de son inertie.

La pierre et la brique ne sont pas les seuls supports. L'enduit de chaux sera un revêtement idéal sur une isolation paille. Il protège du feu et permet une excellente régulation hygrométrique.

La chaux en matière de décoration prend diverses formes et se différencie des enduits par un mélange plus liquide (chaux + eau + poudre de marbre + éventuel pigment), appliqué au pinceau, à la brosse ou au platoir.

Le tadelakt est une solution alternative aux carrelages, faïences et revêtements industriels. En plus de ses qualités d'étanchéité à l'eau et de sa porosité à l'air, il est recherché pour la douceur de son toucher et la profondeur de sa matière qui le font ressembler au marbre. Cet enduit s'adapte à toutes les formes et offre la dureté et la durabilité de la pierre calcaire.

Un badigeon de chaux est une peinture minérale qui protège (eau de pluie, choc, salissure...) la surface du parement (de briques crues ou cuites, de pierres appareillées ou équarries, d'enduit de chaux ou de terre), en couvrant les surfaces minérales d'une couche de liant pur.

Ce matériau, idéal en restauration de bâti ancien, trouve également sa place en construction neuve (chapes, dalles d'isolation et murs isolants banchés en béton de chaux et chanvre).

PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES

Attention, la chaux est très alcaline et attaque la peau. Portez des gants et des lunettes. Au moment des mélanges avec la chaux en poudre, portez un masque !

Il est indispensable de bien nettoyer les supports et les humidifier la veille et le jour de l'application.

Certaines chaux étant très lentes à sécher, une protection de l'ensemble des façades exposées peut être nécessaire.

POUR ALLER + LOIN

SCOP Terre vivante : www.terrevivante.org

Chaux et Enduits de St Astier : www.c-e-s-a.fr

Association Tiez Breiz, (Valorisation du bâti ancien) : www.tiez-breiz.org



◀ Projection d'un enduit chaux et sable



◀ Application d'un tadelakt dans une douche

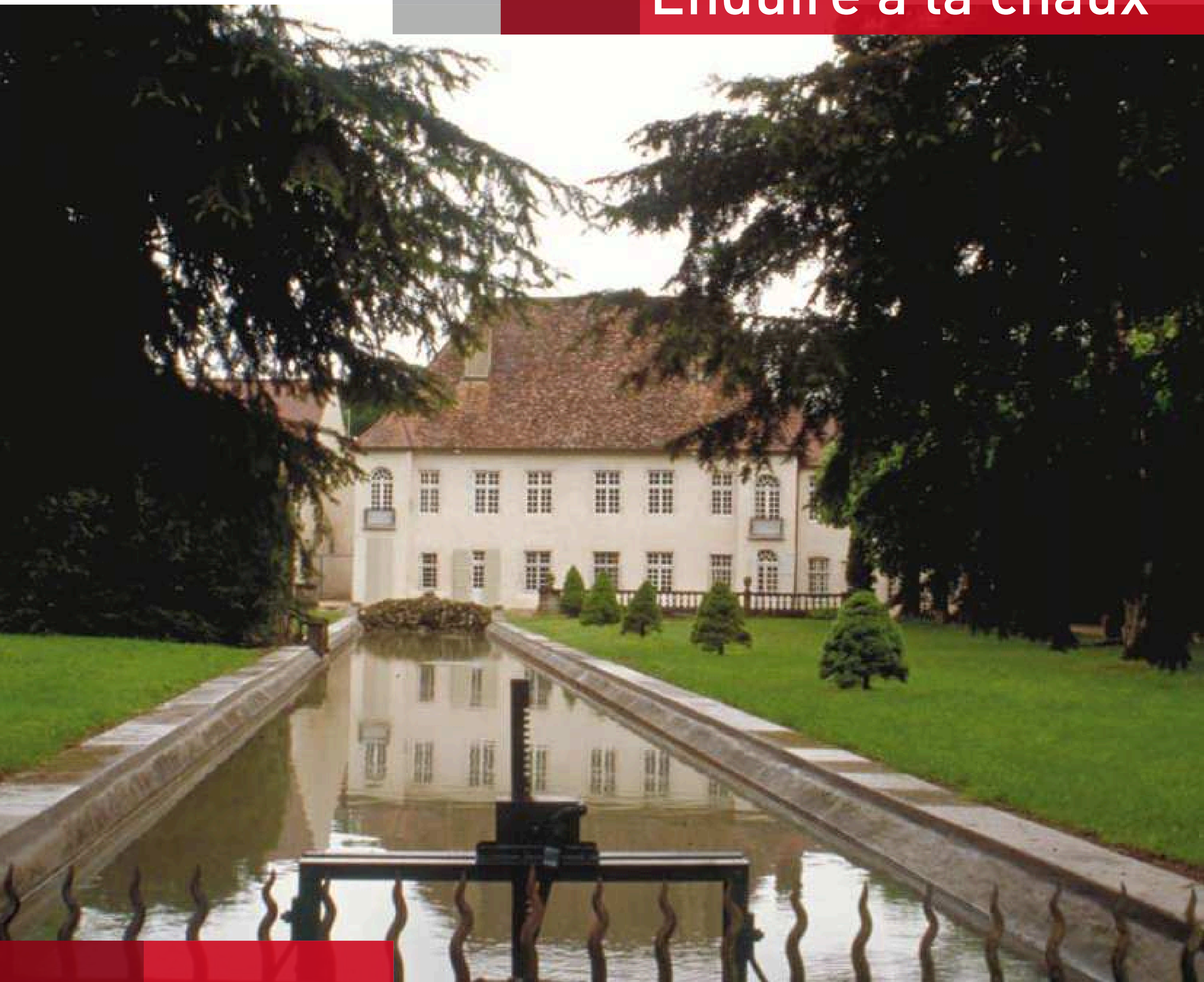
◀ Enduit intérieur sable et chaux aérienne



Approche Écohabitat
CCA Agglomération Concarneau Cornouaille
ÉCOPÔLE POUR UN HABITAT DURABLE

Tradical®
La chaux performance

Enduire à la chaux



édition 2008

Chaux naturelles, Chaux formulées



Tradical®, la chaux performance



Sommaire





Enduire, c'est protéger et accompagner une construction dans le temps.

Les fonctions des enduits sont multiples et complexes. Ils doivent avant tout protéger durablement les constructions, valoriser les ouvrages, participer au bon fonctionnement des supports sur lesquels ils sont appliqués.
Ils doivent également respecter les exigences environnementales ainsi que les impératifs économiques.

Que ce soit en rénovation, en réhabilitation ou en construction neuve et sur tous supports, les chaux Tradical® produites par les usines du groupe Lhoist répondent à toutes ces exigences.

Une parfaite adéquation à la nature et à la diversité des supports

Notre patrimoine nous en apporte le témoignage, la durée de vie moyenne d'un enduit à la chaux est comprise entre 50 et 200 ans. C'est pourquoi l'emploi d'une chaux appropriée est le facteur déterminant pour la pérennité de l'enduit.

Grâce au registre très étendu de leurs qualités, les chaux TRADICAL® s'adaptent aux caractéristiques des matériaux à enduire, et conviennent aussi bien à des matériaux très tendres, comme le pisé, qu'à des supports durs comme le béton ou les blocs de béton.



Performances et Nomenclature











Tradical® H 98

Définition

- Chaux calcique CL 90 S pure et naturelle, spécialement sélectionnée pour sa finesse et son haut degré de blancheur
- Produit normalisé EN 459.1.2.3

Domaine d'emploi

Formulation sur chantier
- d'enduits de finition,
- de badigeons et de stucs pour la réalisation de fresque et décoration

Dosage

- Dosage liant / sable selon DTU concerné.
- Utilisation traditionnelle

Qualification

QUALIBAT 212.1 - 213.2
218.1 - 219.2

Tradical® PF 80

Définition

- Chaux calcique formulée à prise contrôlée.
- Conforme au DTU 26.1 & 20.1

Domaine d'emploi

- Dégrossi et enduit monomasse sur supports anciens y compris pisé et torchis
- Rejointoiement

Dosage

- Dosage liant / sable selon DTU concerné.
- Utilisation traditionnelle

Qualification

QUALIBAT 212.1

Tradical® PF 80 M

Définition

- Chaux calcique formulée
- Conforme au DTU 26.1
- **SPÉCIAL MACHINE**

Domaine d'emploi

Dégrossi, et enduit monomasse sur supports anciens y compris pisé et torchis

Dosage

- Dosage liant / sable selon DTU concerné.
- Utilisation traditionnelle

Qualification

QUALIBAT 212.1

Tradical® PF 70

Définition

- Chaux calcique formulée à prise contrôlée.
- Conforme aux DTU 26.1, DTU 20.1 et DTU 26.2
- Adjuvantation pouzzolanique

Domaine d'emploi

- Gobetis, dégrossi, renformis sur supports anciens,
- Sous-enduits sur supports neufs (gobetis préalable sur béton et blocs béton)

Dosage

- Dosage liant / sable selon DTU concerné.
- Utilisation traditionnelle

Qualification

QUALIBAT 212.1

Tradical® PF 55

Définition

- Chaux calcique formulée à prise controlée.
- Conforme aux DTU 26.1 et DTU 20.1

Domaine d'emploi

- Gobetis et dégrossi sur support moderne et support ancien résistant.

Dosage

- Dosage liant / sable selon DTU concerné.
- Utilisation traditionnelle

Qualification

QUALIBAT 212.1

Quel que soit le type de support à enduire Tradical® assure un ouvrage qualitatif et en garantit la pérennité. Tradical® améliore la rentabilité chantier en rationalisant les choix techniques pour un ouvrage sain et écologique.



Tradical®





Tradical® PF 60

Définition
- Chaux calcique formulée à prise controlée.
- Conforme aux DTU 26.1 et DTU 20.1

Domaine d'emploi
SPÉCIAL RÉPARATION PIERRE DE MODÉNATURE et **ORNEMENTATION**

Dosage
- Dosage liant / sable selon règles de l'art.
- Utilisation traditionnelle

Qualification
QUALIBAT 213.2 - 218.1
219.2

Tradical® PZ

Définition
- Chaux hydraulique HL 5 conforme à la norme EN 459.1
- Adjuvantation pouzzolanique

Domaine d'emploi
- Gobetis et Dégrossi
- **SPÉCIAL MUR SUJET aux REMONTÉES CAPILLAIRES,** sur supports anciens.

Dosage
- Dosage liant / sable selon DTU concerné.
- Utilisation traditionnelle

Qualification
QUALIBAT 212.1

Le saviez-vous ?

TRADICAL® garantit la pérennité des enduits

Formation d'un calcin
- › Auto-protection et auto-cicatrisation
- › Conservation de l'esthétique dans le temps

Très forte porosité
- › Laisse "respirer" les supports
- › Insensible au phénomène gel/dégel
- › Résiste aux chocs thermiques

Prise lente à l'air
- › Absence de retrait
- › Résistance à la fissuration
- › Résistance à la déformation
- › Résistance au décollement

TRADICAL® améliore la rentabilité chantier

Simplifie les choix techniques
- › Adaptation des fonctionnalités

Réduction coût chantier
- › Meilleure maniabilité
- › Meilleure œuvrabilité

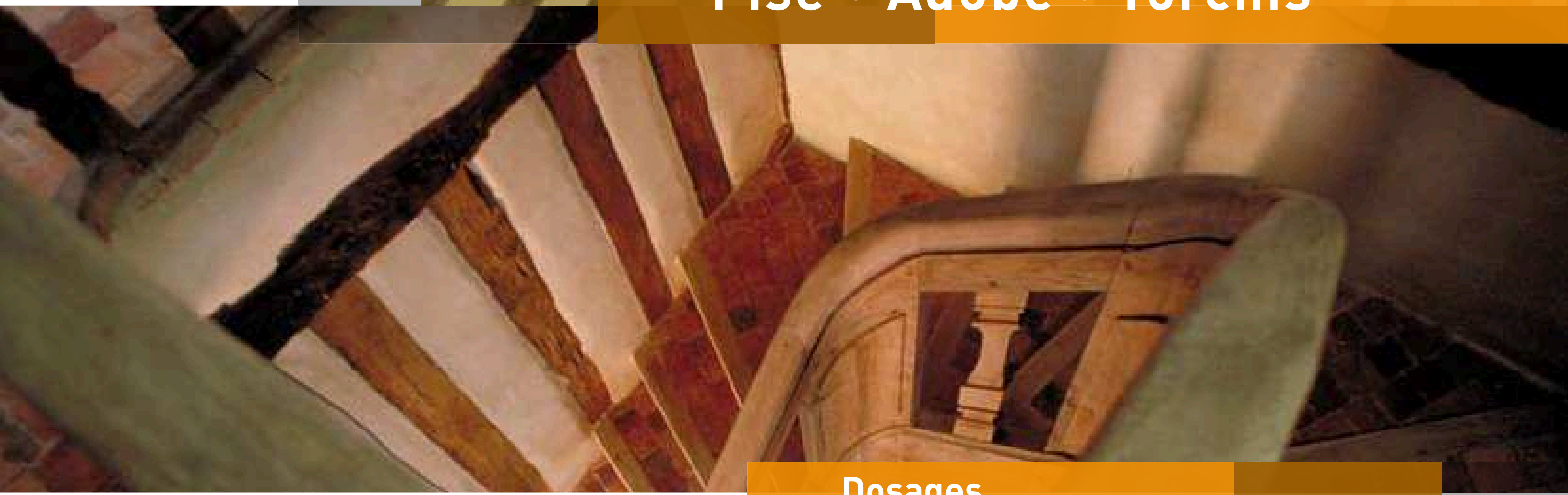
Gain en temps de préparation
- › Mise en œuvre sécurisée
- › Durée de vie du mélange
- › Régularité des dosages

TRADICAL® assure une construction saine et écologique

- › Confort hygrothermique
- › Bactéricide, fongicide naturel



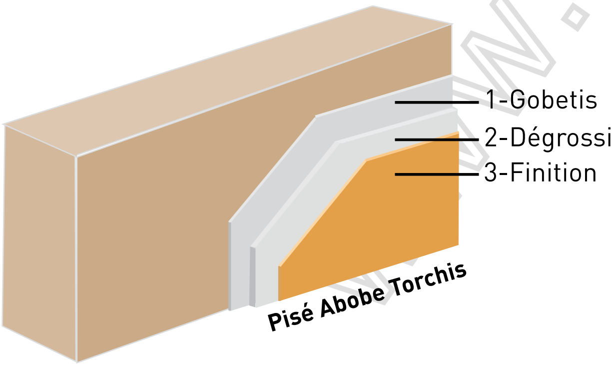
Pisé • Adobe • Torchis



Dosages

1 - Gobetis

Lait de chaux	1 volume de Tradical® PF 80 ou Tradical® H 98	+	1 à 1,5 volumes d'eau
+			
Gobetis	1 sac de Tradical® PF 80	+	7 à 8 seaux de 10 litres de sable 0/4



2 - Corps d'enduit

1 sac de Tradical® PF 80	+	8 à 9 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4

3 - Finition

Enduit épais	1 sac de Tradical® PF 80	+	9 à 10 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4
ou			
Enduit mince	1 sac de Tradical® PF 80	+	5 à 6 seaux de 10 litres de sable 0/1

Ces dosages sont donnés à titre indicatif et chaque mélange chantier doit faire l'objet d'un échantillonnage ajusté en fonction de la nature et des caractéristiques des sables, afin de valider l'aspect et la coloration de la finition.





Principe de mise en oeuvre

- Le support sera préalablement revêtu d'un lait de chaux
- Un gobetis sera jeté à l'avancement de la pose du lait de chaux

- Laisser sécher le gobetis
- Mouiller le support à refus la veille
- Appliquer le corps d'enduit préparé selon le dosage
- L'épaisseur maximum par passe sera de 20 mm
- Serrer et dresser à l'avancement puis griffer **au balai de cantonnier** pour créer l'accroche de l'enduit de finition

- Réalisation d'un enduit de finition épais ou mince selon le sable disponible et l'aspect recherché.

Le saviez-vous ?

Pisé-adobe-torchis

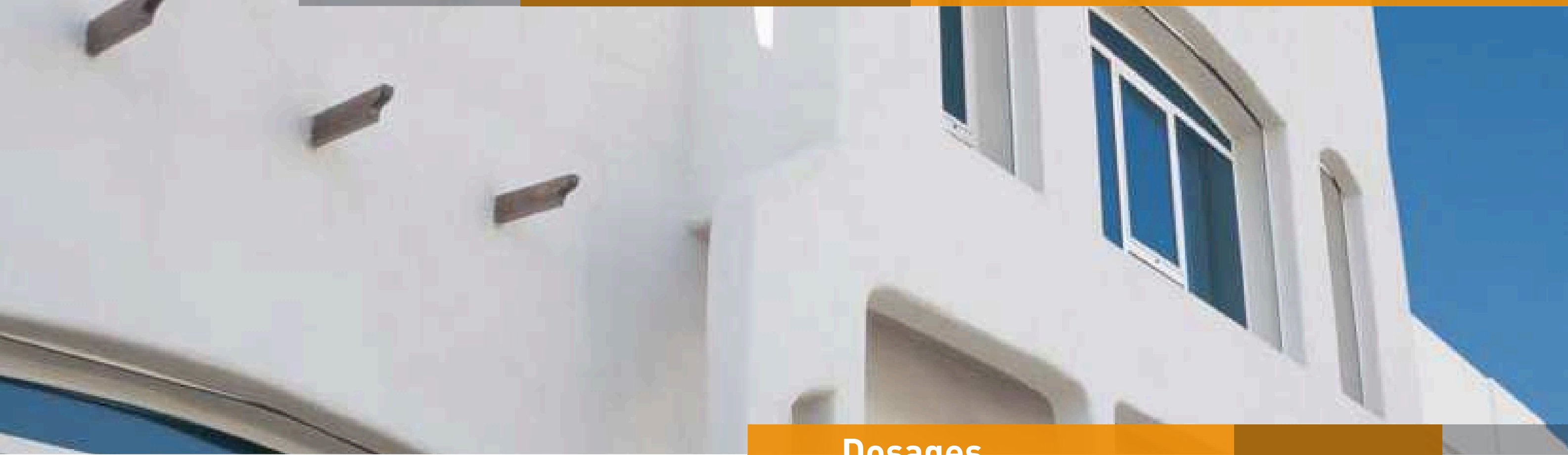
- La chaux Tradical® permet des travaux d'enduisage sur supports très tendres sans créer de tensions surfaciques qui sont à l'origine de décollement, d'infiltration d'eau, de fragilisation de l'ouvrage porteur.

- La prise lente à l'air de la chaux Tradical® assure une cohésion parfaite avec les supports.

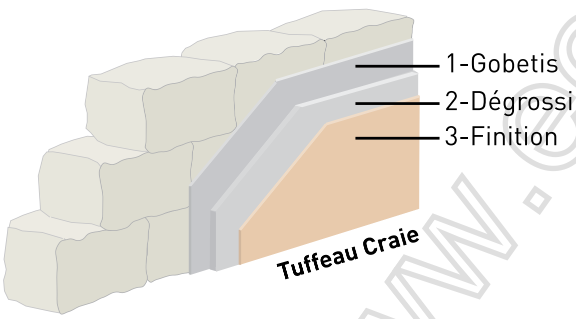
- La chaux Tradical® laisse parfaitement respirer les supports, garantie de pérennité, des murs ainsi traités.

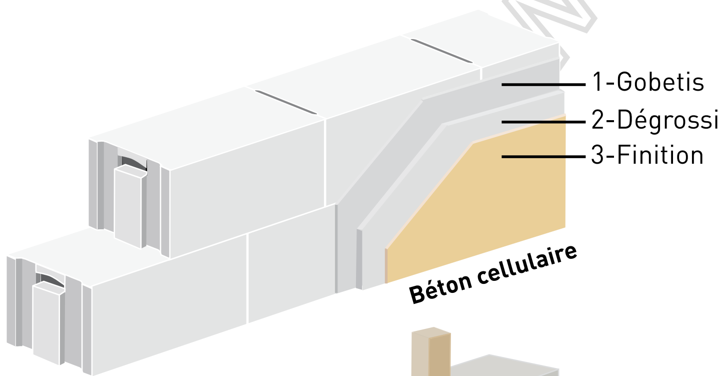


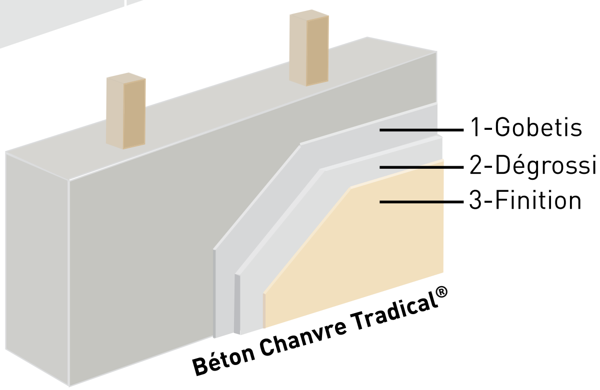
Tuffeau • Craie • Béton cellulaire •



Dosages







1 - Gobetis

1 sac de Tradical® PF 70 + 6 à 7 seaux de 10 litres de sable 0/4

2 - Corps d'enduit

1 sac de Tradical® PF 80 + 8 à 9 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4

3 - Finition

Enduit épais — 1 sac de Tradical® PF 80 + 9 à 10 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4

ou

Enduit mince — 1 sac de Tradical® PF 80 + 5 à 6 seaux de 10 litres de sable 0/1

Ces dosages sont donnés à titre indicatif et chaque mélange chantier doit faire l'objet d'un échantillonnage ajusté en fonction de la nature et des caractéristiques des sables, afin de valider l'aspect et la coloration de la finition.





• Béton de chanvre • Bloc isolant

Principe de mise en oeuvre

- Mouiller le support à refus la veille
- Exécuter un gobetis

- Laisser sécher le gobetis
- Mouiller le support à refus la veille
- Appliquer le corps d'enduit
- L'épaisseur maximum par passe sera de 20 mm
- Serrer et dresser à l'avancement puis griffer **au balai de cantonnier** pour créer l'accroche de l'enduit de finition

- Réalisation d'un enduit de finition épais ou mince selon le sable disponible et l'aspect recherché.

Le saviez-vous ?

Béton cellulaire

- La forte capillarité de surface des bétons cellulaires demande la réalisation d'enduits à forte porosité évitant la création d'une barrière à l'interface de l'enduit, ce qui à terme générerait des dysfonctionnements destructeurs.

- De plus, la très bonne tenue aux chocs thermiques des enduits à la chaux Tradical® (pas de dilatation/contraction) apporte une protection durable au béton cellulaire.

Béton de chanvre

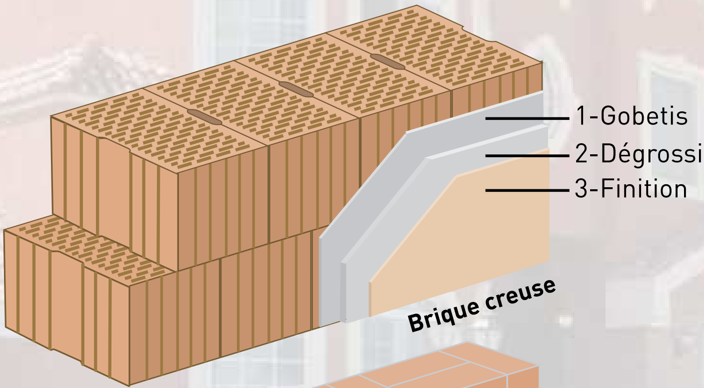
- Les bétons de chanvre Tradical®, grâce à leur composition et à leur fonctionnement hygrothermique, permettent la conception de constructions avec un haut niveau de confort et de qualité environnementale.

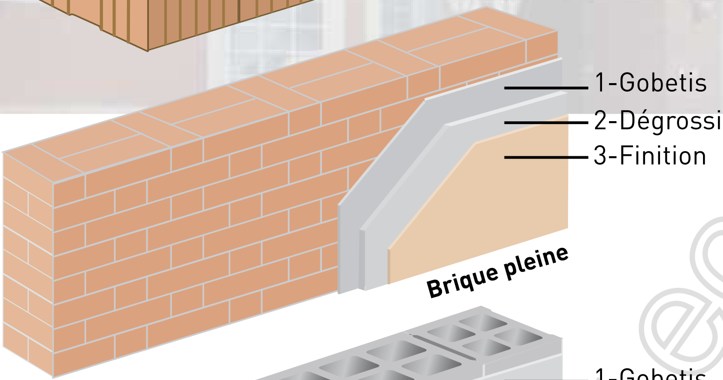
- Les enduits appliqués sur ces matériaux doivent non seulement, accepter leurs caractéristiques - forte élasticité et porosité - mais surtout, amplifier leurs fonctionnements - parois "respirantes", transferts hygrothermiques.

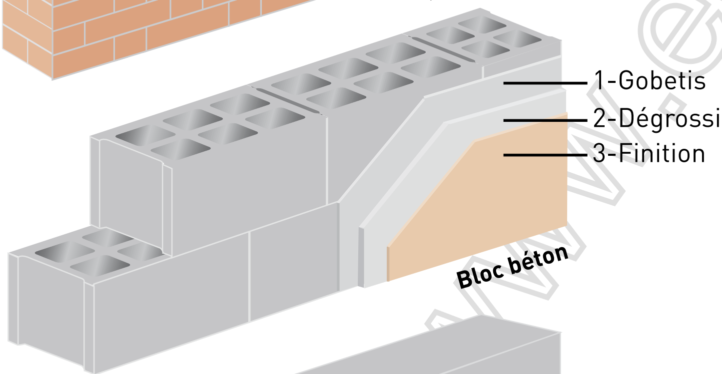
- Les chaux Tradical®, qui sont utilisées pour la confection de ces bétons, sont totalement en cohérence avec ces fonctionnements.

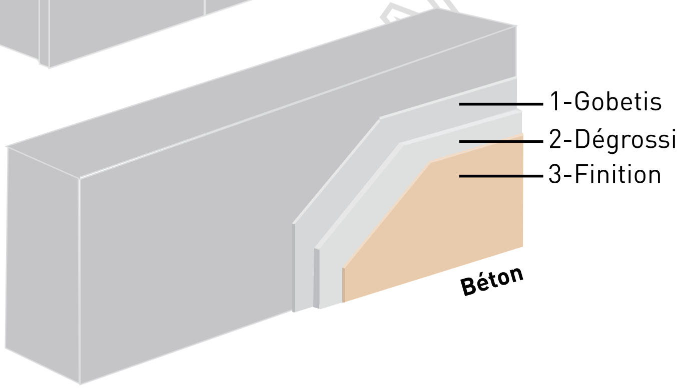


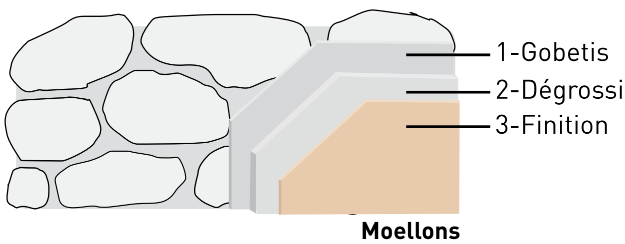
Brique creuse • Brique pleine • Moellons •













Dosages

1 - Gobetis

1 sac de Tradical® PF 55 + 5 à 6 seaux de 10 litres de sable 0/4

2 - Corps d'enduit

1 sac de Tradical® PF 70 + 8 à 10 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4

3 - Finition

Enduit épais : 1 sac de Tradical® PF 80 + 9 à 10 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4

ou

Enduit mince : 1 sac de Tradical® PF 80 + 5 à 6 seaux de 10 litres de sable 0/1

Ces dosages sont donnés à titre indicatif et chaque mélange chantier doit faire l'objet d'un échantillonnage ajusté en fonction de la nature et des caractéristiques des sables, afin de valider l'aspect et la coloration de la finition.





• Bloc béton • Béton

Principe de mise en oeuvre

- Mouiller le support à refus la veille
- Exécuter un gobetis

- Laisser sécher le gobetis
- Mouiller le support à refus la veille
- Appliquer le corps d'enduit
- L'épaisseur maximum par passe sera de 20 mm
- Serrer et dresser à l'avancement puis griffer **au balai de cantonnier** pour créer l'accroche de l'enduit de finition

- Réalisation d'un enduit de finition épais ou mince selon le sable disponible et l'aspect recherché.

Le saviez-vous ?

Brique

- La brique est un matériau respirant et poreux par essence.
- Pour conserver ces caractéristiques qui en font un élément majeur des constructions à confort hygrothermique, elle nécessite en recouvrement un matériau présentant des qualités et caractéristiques au moins équivalentes.
- La chaux Tradical®, par son excellente capillarité naturelle est particulièrement bien adaptée à ce support.

Moellons

- La chaux Tradical® permet et facilite les très fortes recharges inhérentes à ce type d'ouvrage.
- Son faible module d'élasticité dynamique permet d'en absorber les contraintes.

Bloc béton, béton

- Enduire à la chaux Tradical® sur ces supports modernes permet de bénéficier de toutes les qualités naturelles de ce matériau, et d'améliorer également l'aspect esthétique et durable de la construction.





Mise en œuvre MACHINE





Sur supports anciens, et tendres

Enduit Monomasse Machine

- Humidifier le support et laisser ressuyer

- Exécuter une **1ère passe** de Tradical® PF 80 M + sable, dosée à

1 sac de Tradical® PF 80 M + 3 à 5 seaux de 10 litres de sables 0/4

Sur la 1ère passe A FRESCO

- Exécuter une **2ème passe** de Tradical PF® 80 M + sable dosée à

1 sac de Tradical® PF 80 M + 3 à 5 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4

Remarque : Prévoir un gobetis sur support tendre, voir page 8.

Sur supports modernes

(brique, bloc béton, béton)

Enduit Machine

- Mouiller le support à refus la veille
- Exécuter un gobetis

1 sac de Tradical® PF 55 + 5 à 6 seaux de 10 litres de sable 0/4

- Laisser sécher le gobetis
- Mouiller le support à refus la veille
- Appliquer l'enduit Tradical® PF 80 M dosé à

1 sac de Tradical® PF 80 M + 3 à 5 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4



Le saviez-vous ?

Enduit monomasse machine

- 2 passages A FRESCO d'enduit projeté machine Tradical® PF 80 M + sable.
- Ce type de mise en oeuvre réduit fortement le temps d'exécution puisque corps d'enduit et finition sont traités dans une continuité d'application.

Enduit machine

- Sur support moderne, brique, bloc béton, béton, on réalisera au préalable un gobetis (selon DTU 26.1) avant la mise en oeuvre en 1 seule passe de l'enduit Tradical® PF 80 M en application machine.

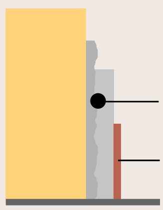
Finition lissée

- La réalisation d'un enduit de finition lissé nécessite la mise en oeuvre **d'une couche d'enduit supplémentaire** toujours en application machine. Utiliser un sable 0/1. L'épaisseur de l'enduit sera de 5 mm maximum et permettra le resserage+lissage recherché.

Dosage enduit de finition lissé machine		
1 sac de Tradical® PF 80 M	+	2 à 3 seaux de 10 litres de sables 0/1

- Laisser ressuyer l'enduit monomasse ou l'enduit machine. brut de dosage.
- Appliquer la dernière passe d'enduit Tradical® PF 80 M avec un sable de 0/1 en une épaisseur de 3 à 5 mm.
- Lisser.

Enduit de finition lissé sur enduit machine



Tradical® PF 80 M est une chaux aérienne formulée pour la réalisation d'enduits en projection machine. Les dosages sont adaptés à la nature des supports tendres, très tendres et supports modernes.

En passage machine, Tradical® PF 80 M apporte une amélioration de la courbe granulométrique des sables creux et les rend aptes dès lors à la projection. Il est donc possible de réaliser de nombreuses finitions dans le respect des traditions régionales en employant les **sables locaux**.



Finitions : Badigeons et Finitions







décoratives*

9

1 & 3	Frises décoratives
2	Enduits stuqués
4	Patine eau de chaux
5	Sgraffito
6	Faux marbre et décors peints
7	Trompe l'oeil moulures
8	Badigeon cordé
9	Pigments naturels Premium



7

Le badigeon de chaux Tradical®

Sur l'enduit machine Tradical® PF 80 M + sable ou sur l'enduit Tradical® PF 80 ou PF 70 + sable (griffé au balai de cantonnier)

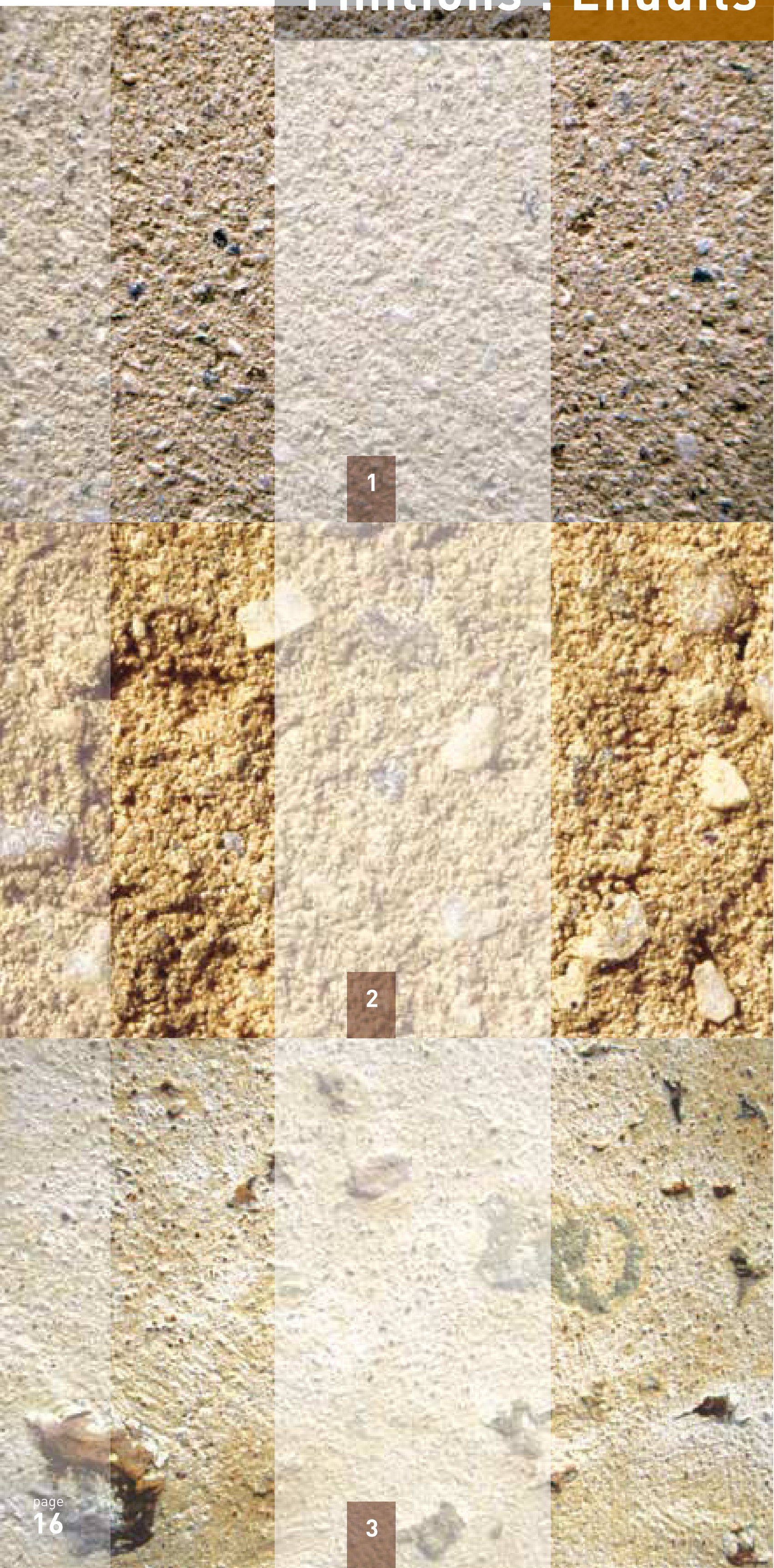
- Laisser sécher le corps d'enduit
- Humidifier le corps d'enduit et laisser ressuyer
- Appliquer un enduit de chaux dosé à raison de : 1 vol. de Tradical® H 98 + 1,5 vol. de sable 0/1
- Doser le badigeon 1 vol. de Tradical® H98 + 1 à 2 vol. d'eau et appliquer A FRESCO. (24 à 72 h selon conditions climatiques)

* La Guilde des Métiers de la Chaux est un organisme de formation agréé par les fabricants de chaux adhérents au Syndicat Professionnel des Fabricants de Chaux Aériennes et Magnésiennes.
La Guilde des Métiers de la Chaux dispense des formations pour artisans et entrepreneurs, ainsi que des formations spécifiques pour les maîtres d'œuvre, dans le cadre de programmes disponibles sur simple demande.
www.guilde-chaux.com

8



Finitions : Enduits de finition



1 **Enduit lavé**

2 **Enduit jeté**

3 **Enduit à pierres vues**

4 **Enduit brossé**

5 **Enduit taloché fin**

6 **Enduit taloché**

* La Guilde des Métiers de la Chaux est un organisme de formation agréé par les fabricants de chaux adhérents au Syndicat Professionnel des Fabricants de Chaux Aériennes et Magnésiennes.
La Guilde des Métiers de la Chaux dispense des formations pour artisans et entrepreneurs, ainsi que des formations spécifiques pour les maîtres d'œuvre, dans le cadre de programmes disponibles sur simple demande.
www.guilde-chaux.com



Réparation de la pierre / Création de modénatures*



4

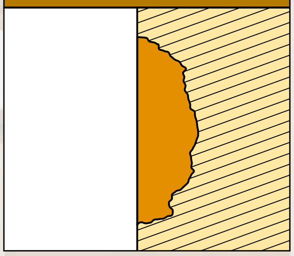


5

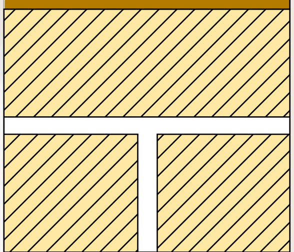


6

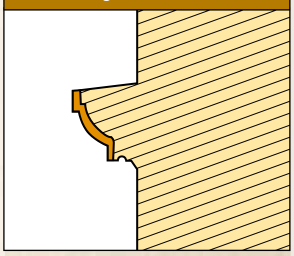
Recharge sur pierre



Recharge de joint



Recalibrage de moulure



Tradical® PF 60

Tradical® PF 60 est spécialement destiné à la réparation de la pierre de modénature, qu'il s'agisse de chaîne d'angle, de bossage, de bandeau ou corniche...

Le saviez-vous ?

Reprise rapide

- Tradical® PF 60 permet une réparation simple du parement de la pierre avec un dosage type.
- Remarque : choisir un sable de forme et de nature permettant à l'enduit confectionné de se rapprocher au mieux de la texture de la pierre à réparer. Utiliser la poudre de sciage de ladite pierre.

Rejointoiement

- Tradical® PF 60 permet la réparation de joint de pierre de taille

Calibrage

- Tradical® PF 60 permet la réparation de profil de moulure par calibrage. Il convient de recréer ou créer le rabot idoine. Utiliser l'accélérateur de prise Tradical® PR.

Finition

2 solutions

- Réalisation d'un badigeon avec Tradical® H 98 qui peut se poser «a secco» ou «a fresco»
- Ou pose d'une eau de chaux Tradical®

Coloration

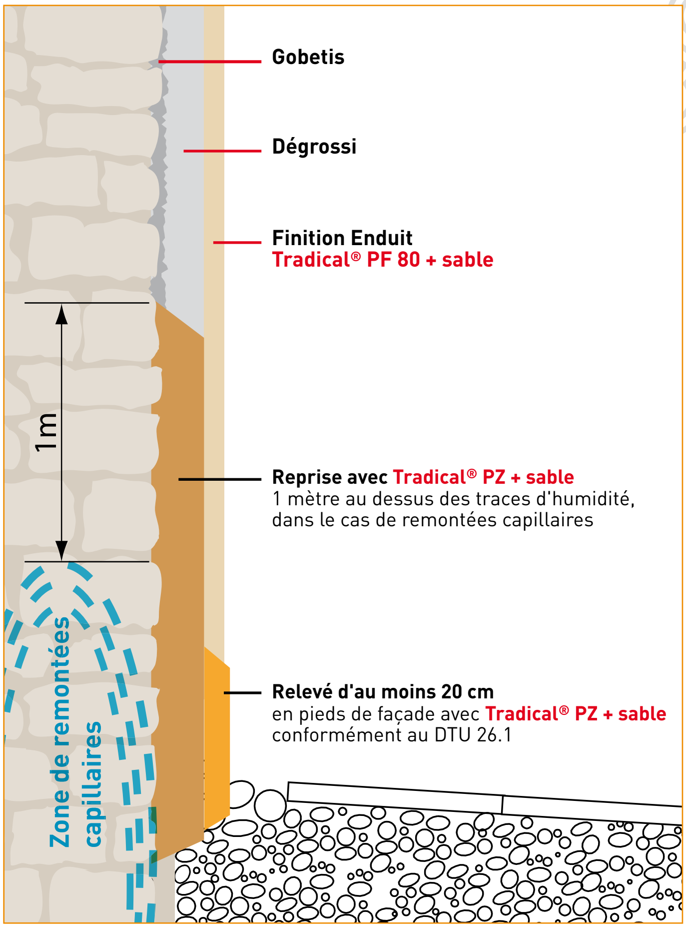
- Selon le système Premium



Soubassement : la solution



Dosages



Corps d'enduit

	1 sac de Tradical® PZ	+	6 à 7 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4

Finition

Enduit épais	1 sac de Tradical® PF 80	+	9 à 10 seaux de 10 litres de sables 0/2 ou 0/4
ou			
Enduit mince	1 sac de Tradical® PF 80	+	5 à 6 seaux de 10 litres de sable 0/1

Ces dosages sont donnés à titre indicatif et chaque mélange chantier doit faire l'objet d'un échantillonnage ajusté en fonction de la nature et des caractéristiques des sables, afin de valider l'aspect et la coloration de la finition.





Tradical® PZ

Tradical® PZ est spécialement formulé pour la réfection d'enduit détruit par la présence de sels (nitrates, chlorures, sulfates), en façade sur des murs exposés aux embruns, à des infiltrations d'eau dues à un défaut d'étanchéité de toiture ainsi qu'en soubassements sujets à des remontées capillaires.
Seule l'utilisation de la chaux pouzzolanique Tradical® PZ + sable permet la confection d'un mortier pérenne dans ces cas de figure.

A noter qu'il est impératif de remédier à l'origine des infiltrations d'eau et des remontées capillaires par un traitement approprié...

Principe de mise en oeuvre

- Selon DTU 26.1
- La reconnaissance des supports incombe à l'applicateur

Application

- Décroûter en profondeur
- Ne jamais mouiller le support
- Eliminer du chantier les résidus contenant des sels
- Appliquer Tradical® PZ + sable selon dosage
- L'épaisseur minimum sera de 20 mm
- Serrer et dresser à l'avancement puis griffer au balai de cantonnier pour créer l'accroche de l'enduit de finition
- Laisser sécher ce corps d'enduit Tradical® PZ impérativement **3 semaines minimum** avant de le recouvrir

Finition

La finition sera celle mise en place sur la façade. Se reporter aux pages 6 à 13

Le saviez-vous ?

Tradical® PZ

- Tradical® PZ ne supprime pas les remontées capillaires, il en supprime les effets en réduisant la migration des sels sur les enduits de finition.

Finition

- En finition, Tradical® PZ est recouvert par la finition Tradical® retenue pour le bâtiment.

Pied de mur

- Il est impératif de traiter le pied de mur par la pose d'un enduit de finition Tradical® PZ + sable conformément au DTU 26.1
(Ne pas recouvrir d'un badigeon)





Tradical®

La chaux performance

La chaux aérienne

La chaux aérienne est issue de la cuisson à 900° C des roches calcaires les plus pures. Dans toutes les civilisations et sur tous les continents, l'homme a su tirer parti de ce matériau sain et naturel dans la construction d'ouvrages aussi divers que : fondations, ponts, adduction d'eau, étanchéité, cuvelage, maçonneries, enduits et badigeons.

La chaux aérienne produite aujourd'hui par les usines du Groupe Lhoist est, grâce à la maîtrise de toute la chaîne de production, un matériau moderne permettant l'élaboration de produits de haute technologie.

La définition de chaux aériennes pures ou composées selon des critères (finesse, réactivité, taux de chaux libre...) et des niveaux qualitatifs accrus, garantit désormais des utilisations sécurisées.

Les chaux aériennes pures ou composées répondant à ces critères intègrent une nomenclature et reçoivent le label TRADICAL®.

Enduit Intérieur à la Chaux : Bien comprendre avant de choisir

Ou comment parfaire votre intérieur à un coût dérisoire !

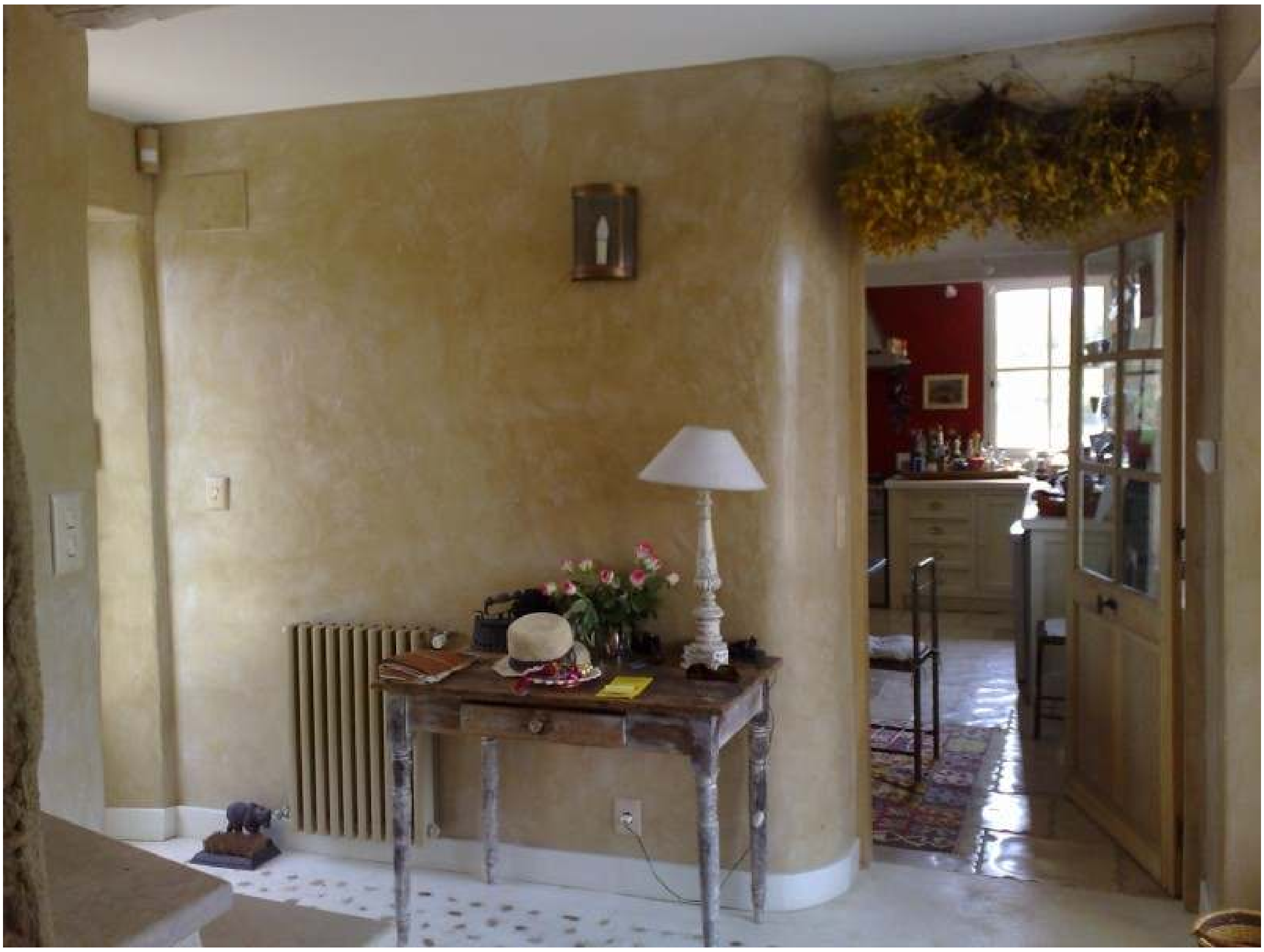
Table des matières

Enduit Intérieur à la Chaux : Bien comprendre avant de choisir

Ou comment parfaire votre intérieur à un coût dérisoire !

Depuis l'antiquité, pour enduire un mur, dans les plus **beaux palais** et les plus **riches intérieurs** on connaît **le badigeon**. Les salles de bain somptueuses des monarchies sub-sahariennes **sont enduites de tadelakt.** Les italiens de la renaissance ont fait des jaloux dans toute l'Europe avec leurs **sgraffitos** tandis que les fresques **de peinture à l'ocre** garnissent encore aujourd'hui les **plus belles abbayes et les chapelles prestigieuses**.

Toutes ces techniques ont un point en commun: **des enduits intérieurs à la chaux !**
Ce que nous allons voir dans cet article est
1) C**omment** combiner tradition et modernité des enduits à la chaux et
2) P**ourquoi** enduire un mur à la chaux traditionnelle.
On traitera aussi des **avantages** et **des mises en œuvre possibles** de ces enduits naturels.



Enduit à la Chaux stuqué - Les 3 matons

1. Qu’est-ce que la chaux traditionnelle ?

Avant de répondre à cette question, je souhaite remercier Maïlys de m’avoir invité à écrire un article sur son excellent blog. Je suis Gautier, artisan spécialisé en éco-construction et passionné du bâti traditionnel. Mon mot d’ordre est aussi mon blog : ***Faisons le mur !***

Qu’elle soit utilisée dans le gros œuvre des arènes romaines ou en décoration d’intérieur, la chaux est un matériau qui a filtré les épreuves du temps grâce à **ses qualités incomparables.**

Fine et forte (comme la moutarde:)) elle se prête à tous les défis **de l’intérieur et de l’extérieur**.
Néanmoins, ses qualités vont bien au-delà de l’esthétique et de la solidité.
Cet article vous illustrera le matériau **le moins cher, le plus qualitatif et pourtant le moins utilisé** dans notre espace intérieur moderne.

I. Comment obtient-on de la chaux ?

La chaux est obtenue en cuisant des pierres calcaires entre 900° et 1100°. Cette cuisson est appelé « **calcination** » en référence au mot « calcaire ».
Une fois cuite cette pierre devient de la « chaux vive » que l’on « éteint » par aspersion ou par trempage.

Elle est utilisée dans le bâtiment sous forme de poudre ou de pâte et en y ajoutant de l’eau et du sable, elle finira par retrouver sa forme solide originelle.

La chaux ne contient **ni adjuvants, ni colle, ni tout autre produit de synthèse chimique**.

II. Les utilisations de la chaux

Vous connaissez peut-être la chaux vive dont j’ai parlé plus haut. Cette poudre hautement corrosive était beaucoup utilisée dans le passé pour **désinfecter les étables ou les fosses septiques**.

Aujourd’hui, la chaux vive est principalement produite pour l’industrie de **la sidérurgie** ou de **la papeterie**.
Dans **l’agriculture**, elle est aussi employée **pour réguler le ph et l’humidité des sols**.

III. Les précautions à prendre

Si la chaux éteinte utilisée dans le bâtiment est largement moins corrosive que la chaux vive, elle n'en reste pas moins d'**un ph alcalin qui peut déséquilibrer celui de la peau et la dessécher**. Il est donc indispensable de prendre **les précautions nécessaires** (gants, lunettes) avant de l'employer en enduit d'intérieur.

Nous verrons plus loin que cette contrainte propre à la chaux cache aussi d'incroyables avantages.

IV. Ou peut on employer les enduits à la chaux ?

Les enduits intérieurs à la chaux peuvent garnir absolument **chaque pièce** de notre foyer**.**
Les divers styles qu'ils permettent s'ajustent très bien avec cuisine, salon, chambre ou salle de bain.
Selon que nous souhaitions **mettre en valeur** ou **protéger** nos supports, nous jouerons avec les textures, les couleurs et les finitions.
Il est même possible rendre les enduits à la chaux absolument imperméables comme c'est le cas dans les hammams marocains.



*Revêtement de salle de bain en tadelakt :L'atelier Pitoresque **

2. La chaux ancestrale dans mon intérieur moderne ?

Le monde moderne, ou plutôt devrais-je dire « occidental » a construit une défiance machinale envers nombre de matériaux naturels pourtant utilisés de manière pérenne depuis des siècles.
L'avènement de **la production industrielle** et tout particulièrement **l'exploitation massive du pétrole** a complètement changé les habitudes.

La nourriture n'occupe plus la place qu'elle occupait il y a deux générations, **le travail** ne remplit plus la tâche qu'il remplissait il y a deux générations et enfin - puisque c'est ce qui nous intéresse ici - **l'habitat** ne ressemble plus à ce à quoi il ressemblait il y a deux générations.

Nous avons bien entendu gagné en lumière grâce à **des ouvertures plus grandes** et en température intérieure grâce à **des isolations plus performantes.** Cependant, il semblerait que notre intérieur continue à nous rendre malades. Insatisfaits.
Il ressemble de plus en plus à un **caisson hermétique** dans lequel l'oxygéné par ventilation mécanique.
On a eu beau peindre le salon, on ne retrouve pas l'atmosphère que l'on souhaiterait créer.
Notre intérieur est sensé **révéler notre personnalité** et pourtant on ne lui trouve pas de cœur, il ne traduit que des émotions artificielles.

Je grossis volontairement le trait pour mettre en évidence que ce qui manque dans les réalisations des revêtements muraux actuels, c'est une sensibilité sincère. Et cette sensibilité on peut la retrouver dans les enduits à la chaux sous toutes leurs formes.



Mur de douche en enduit stuc marmorino - Les trois matons

I. Des teintes naturelles

Les enduits intérieurs à la chaux et les peintures à la chaux **sont utilisés purs** ou **teintés avec des ocres naturelles, des terres colorées ou des pigments**. Cela confère un ton généralement pastel voire neutre. Ces tons tranquilles apportent **un peu de calme et de paix** à notre vie agitée.

Ce faisant, les couleurs portées par la chaux sont d'**une profondeur incomparable**.
A moins de les couvrir d'une cire naturelle, ces enduits décoratifs à la chaux sont **plutôt mats** et **absorbent magnifiquement la lumière**.
Cette qualité crée une sensation d'espace et de hauteur qui aspire le regard plutôt que de le faire rebondir.

Des couleurs plus vives sont également possibles en employant **un lait de chaux coloré.** Ce lait de chaux (ou badigeon de chaux) déposera la couleur en apportant du mouvement grâce à des effets cotonneux. Effets à l'opposé des aplats de couleur ultra-couvrante des peintures du commerce.

Mon commentaire peut paraître subjectif mais je vous assure que même pur et sans coloration, un bel enduit à la chaux taloché est **un tableau sur l'infini** devant lequel on s'assied sans contrainte.

Astuce de peintre : L'effet de hauteur peut également être augmenté artificiellement en privilégiant des teintes plus claires sur le haut de la paroi et au plafond.



*Crédence en stuc de chaux sur enduit à la terre – Photo Abigaïl Siogli**

II. Des textures variées

Un enduit intérieur à la chaux peut être **de textures variées** selon les goûts et les compétences de mise en œuvre.
Ils sont le mélange de chaux, de sables et (au besoin) de pigments.

Je définirais ici trois tendances qui seront déclinables ou combinables à volonté.

a) Les enduits talochés

Les enduits intérieurs talochés sont appliqués sur la paroi et travaillés avec une plaque de bois servant à aplanir la matière (la taloche).
Ce travail circulaire permet d'obtenir des murs **plans et droits**. L'effet des enduits talochés est une texture un peu granuleuse qui laisse ressortir le sable du mortier et offre une sensation un peu rugueuse au toucher.
L'enduit taloché est la base de différentes finitions à la chaux. Même si ce n'est qu'optionnel, elles pourront ensuite être recouvertes d'un lait de chaux (peinture à la chaux) ou d'un stuc.

b) Les enduits stuqués

Les enduits intérieurs stuqués sont les déclinaisons des stucs italiens (aussi appelés « stucco »). Les stucs ont une finition beaucoup **plus délicate** que les enduits talochés. Cette **finition lisse** imite les effets brillants et nuancés du **marbre** en apportant une certaine fraîcheur. Les stucs s'appliquent en plusieurs couches très fines et peuvent être cirés à la cire naturelle ou au savon noir pour résister à l'humidité.



Application de cire d'abeille sur un stuc pour entretenir et protéger - Les 3 Matons

c) Les enduits sculptés

Les enduits intérieurs sculptés sont les enduits grattés ou les sgraffitos.
L'enduit gratté est principalement utilisé en extérieur mais selon le type d'habitation que l'on occupe on peut souhaiter **vieillir prématurément certaines surfaces** en utilisant un grattoir sur un enduit à la chaux taloché.
Le sgraffito lui est **très esthétique et même sophistiqué**. Il s'agit de venir gratter au scalpel un décor préalablement dessiné sur l'enduit à la chaux. Cette technique permet d'obtenir des effets de profondeur, de matière et de couleur particulièrement artistiques.
Dans la même catégorie je rangerais aussi **les incrustations de pierres** et **les empreintes**.



*Frise en enduit gratté : Photo L'atelier Pitoresque **

d) Les peintures à la chaux

Contrairement aux enduits intérieurs, les peintures à la chaux (badigeons de chaux, lait de chaux) sont le mélange de **chaux en pâte avec des pigments et de l'eau**. Pour apporter plus de texture on peut aussi ajouter **de la craie ou de la poudre de marbre.**
Ces peintures servent à **déposer et à fixer de la couleur** sur un mur; elles sont appliquées plus qu'étalées.
Ce sont des couches de protection esthétiques qui s'appliquent en plusieurs fois.
La couleur est nuancée et semble flotter sur le mur en apportant vie, chaleur et profondeur.

e) Les patines à la chaux

Les patines à la chaux se différencient des peintures à la chaux par leur teneur en eau plus importante. Les patines ne sont pas appliquées au pinceau mais à l'éponge. Elles servent à défraîchir artificiellement une peinture pour lui donner **un aspect vieilli** sans en changer la texture. C'est **du faux vieux** en quelque sorte.

Pour plus d'informations sur ces pratiques, vous pouvez demander conseil à votre fournisseur de matériaux naturels ou commencer par lire les 7 erreurs courantes à éviter.



Enduit à la chaux patiné - Les trois matons

3. Pourquoi choisir un enduit d'intérieur à la chaux traditionnelle ?

Mais venons-en au fait, pourquoi choisir un enduit intérieur à la chaux plutôt qu'une peinture acrylique, par exemple ?
On a vu les qualités sensuelles (qui caressent les sens) de la chaux et c'est là un argument qui pourrait se suffire à lui-même. Seulement, si je devais m'arrêter là, j'ai peur que ma démonstration ne tombe vite à plat.

Heureusement, la chaux naturelle a **une multitude de cordes à son arc** dont voici quelques flèches passionnées.



*Enduit fin pigmenté d'oxydes jaune - Photo Abigaïl Siogli**

I. Les propriétés sanitaires de la chaux naturelle

Comme j'ai commencé à l'évoquer plus haut, la chaux naturelle a gardé **les propriétés aseptisantes et antifongiques** de la chaux vive. Cela veut dire qu'elle débarrasse les surfaces sur lesquelles elle est appliquée de leurs germes et de leurs champignons, aussi microscopiques soient-ils.

De plus, elle a la particularité de **neutraliser naturellement les odeurs**.

Mais au-delà de l’aspect assainissant des enduits et des peintures à la chaux traditionnelle, il est bon de noter que la chaux n’apporte **aucune pollution dans notre intérieur,** ce qui est un facteur décisif à mon sens.

Là où les produits du commerce se fatiguent en « green washing » et en labellisations douteuses, la chaux est sans adjuvants, sans colles, sans dérivés pétroliers… bref, **sans COV (Composés Organiques Volatiles)**. On sait qu’aujourd’hui on peut trouver jusqu’à 300 composés organiques volatiles **dans notre logement** et cela devrait faire réfléchir.
Pour avoir plus d’informations sur les pollutions intérieures responsables de l’augmentation de troubles allergiques et respiratoires sérieux, je vous renvoie vers cet article : UNE CHAMBRE D’ ENFANT SANS POLLUANTS NI ALLERGIES

II. Les propriétés hygro régulatrices de la chaux naturelle

Comme les enduits intérieurs à l’argile, les enduits intérieurs à la chaux traditionnels ont la faculté de **réguler le taux d’humidité dans les pièces** de la maison. Je m’explique.
Le corps d’enduit à la chaux a, pour moi, la qualité **d’être vivant**. Ou plutôt, pas totalement inerte comme le ciment ou les colles de synthèse. **Il réagit à son environnement** et travaille avec lui.

Ainsi, lorsque l’air intérieur est surchargé d’humidité comme après une douche, une cuisson de pâtes ou simplement à force de respirer (une famille de 4 personnes rejette jusqu’à 12 litres d’eau par jour sous forme de vapeur d’eau), alors **l’enduit à la chaux viendra absorber cette humidité.**
A contrario, lorsque l’air s’asséchera, **l’enduit à la chaux restituera la quantité de vapeur d’eau emmagasinée**, équilibrant ainsi le taux d’humidité ambiant.

Cela n’a l’air de rien mais quand on connaît l’importance de l’humidité de l’air dans le confort thermique, on comprend l’exceptionnel atout de ce matériau hygro-régulateur.

De la même manière, cette qualité de l’enduit à la chaux prévient l’apparition de moisissures dans les zones humides.



Enduit taloché - Kenzai

III. Les propriétés « respirantes » de l'enduit à la chaux.

Si vous vous intéressez à l'habitat, vous savez peut-être qu'une des principales pathologies du bâtiment moderne est **l'étanchéité des matériaux** qui l'enveloppent. Ce problème peut s'illustrer par des bottes en caoutchouc que l'on garderait aux pieds toute la journée et avec lesquelles on irait également dormir le soir. Inutile de faire un dessin de l'état des pieds après quelques jours seulement de ce supplice. Dans le bâtiment c'est la même chose, les couches imperméables créent des désordres d'humidité à l'intérieur de ce qu'elles enveloppent.

Par rapport à des enduits synthétiques (et polluants) ou des colles plastiques (au formaldéhyde et au benzène) la chaux et l'argile sont les gore-tex® du bâtiment.

4. Les autres avantages de la chaux naturelle

I. Le prix

Voilà l'argument qui finira de convaincre les plus rétifs :)
Un sac de chaux de 40 litres coûte entre 10€ et 15€. Avec ce sac on peut estimer **enduire 24 m²** de mur avec un enduit taloché de 0,5cm d'épaisseur.
Je vous laisse faire le compte, cela représente 0,5€ du m² !!!

Bien-sûr il faut ajouter à cela le sable que l'on mélangera à la chaux. Environ 25€ en magasin de bricolage pour ladite surface, la couche de finition souhaitée (si toutefois…) et la couche de préparation du support. Disons donc que le coût global peut osciller **entre 1,5€ et 3€ du m²**.

Ça reste encore une affaire pour un des matériaux le plus sain et écologique du marché ! (Avec l'argile, mais ça c'est encore une autre histoire)



*Badigeon bleu sur enduit - Photo Abigaïl Siogli**

II. L’environnement

Là où la chaux est la plus polluante, c’est à sa fabrication car il faut monter les fours à des températures élevées pour sa cuisson. Il y a donc **une indéniable émission de CO2**.

Cependant, en séchant la chaux réabsorbe une partie du CO2 de l’air car elle en a besoin pour revenir à l’état de pierre. On dit qu’**elle « carbonate »**. Cela équilibre un peu la donne.

Ceci mis à part, un enduit à la chaux **est recyclable** et peut être rendu à la nature **sans traitement préalable**. Il pourra varier la teneur calcaire d’un terrain mais il n’engendrera aucun désordre majeur.
Un autre avantage est qu’il n’est pas inflammable et qu’il ne dégage aucune fumée toxique s’il devait être au contact du feu.

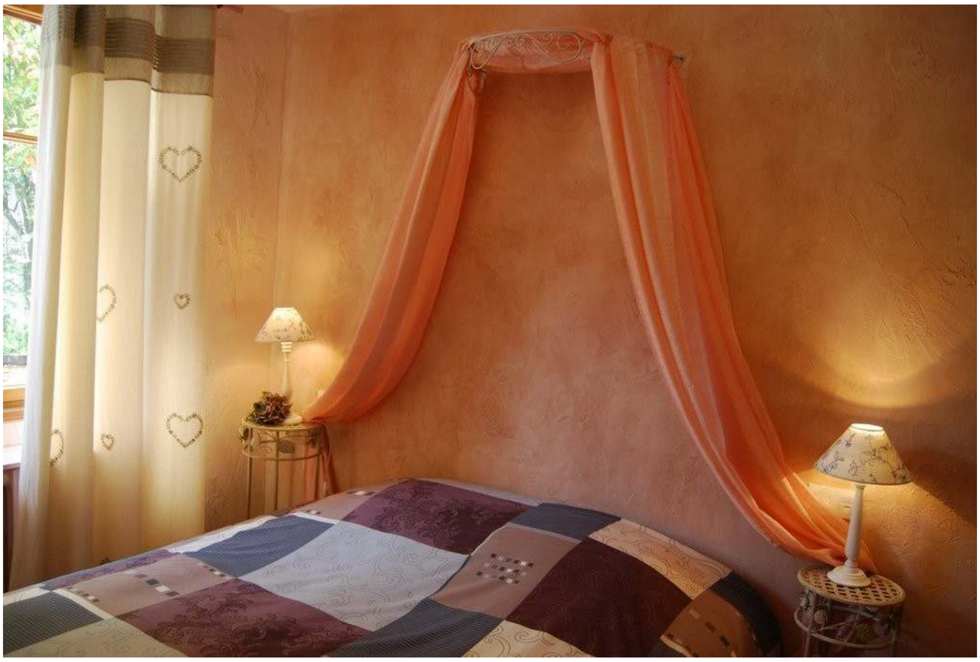
Je rappelle que **l’enfouissement et l’incinération sont les principaux modes de traitement des déchets** à l’heure actuelle.

III. La résistance

Comme je l’ai dit en début d’article, le Colisée et tous les monuments de la Rome Antique ont été bâtis à la chaux. Je doute fort que les assemblages modernes en ciment puissent rêver d’une telle espérance de vie.

Les fresques murales à la chaux de la Renaissance tiennent elles aussi des centaines d’années avant de devoir être restaurées.

La chaux est donc **un matériau durable et résistant**. De plus, les ocres et les terres qui peuvent la colorer sont des éléments stables qui, une fois secs, ne perdent plus jamais leur couleur.



Enduit et badigeon teinté - Nature et Harmonie

5. Comment mettre ces enduits intérieurs en œuvre ?

Il existe **des solutions « prête-à-l'emploi »** qui valent la peine d'être utilisées.
Je citerai ici quelques marques écologiques françaises mais il en existe bien d'autres : Akterre, Les 3 Matons, Kensaï, Nature & Harmonie, Ocre de France, etc.

Évidemment les prix varieront par rapport à ceux que je vous ai mentionné plus haut car les préparations toutes prêtes font valoir un coût supplémentaire. Compter un coût allant **de 5€ à 20€ du m²** pour du prêt-à-l'emploi.

Autrement, je vous invite à acheter la chaux, les sables et les ocres séparément et faire vos petits tests avant de vous lancer.

J'ai été infiniment tenté de mentionner aussi les enduits à la terre dans cet article car je les affectionne également beaucoup. Seulement il m'aurait fallu le double de texte pour couvrir ce sujet en plus de celui de la chaux.
Cependant si vous êtes intéressé.e.s par un approfondissement de l'utilisation de la terre crue dans les intérieurs modernes je livre ici 30 recettes d'enduits à l'argile à faire soi-même.

En passant, ne soyez pas effrayés.e.s si sur mon blog j'utilise un verbe un peu plus familier, je me suis prêté à l'exercice du vouvoiement dans cet article sur un blog hôte et pour moi c'est un peu l'exception qui confirme la règle :)

Pour finir, si comme moi vous êtes persuadés.e.s que la texture et les tonalités des couleurs jouent un rôle important dans l'optimisation de son espace intérieur, je vous invite à m'en faire part dans les commentaires (surtout si vous en avez fait l'expérience !).
Je suis également prêt à entendre ce que vous pensez des solutions écologiques en général et de la place qu'elles devraient -ou pas- prendre dans notre logement.
Mille MERCI d'avoir lu mon article jusqu'à la fin.
Continuons à présent à suivre sur ce blog les aventures de **Maïlys et de sa famille** au tour du monde et de l'espace… intérieur ! :D

Gautier du blog Faisons-le-mur.com

* Crédit Photos **Abigaïl Siogli -Facebook- Site**
L'atelier Pittoresque – Facebook – Site

Guide pratique

Les enduits intérieurs
chaux, plâtre, terre

Avec l'expertise,
pour les enduits à la chaux, de VALÉRIE LE ROY
pour les enduits au plâtre, de PHILIPPE BERTONE
pour les enduits à la terre, de SYLVIE WHEELER

ISBN : 978-2-212-13241-0
EYROLLES

Table des matières

Mise en œuvre

Équipements particuliers et précautions à prendre

Avec un pH de 7 à 8, la chaux hydratée vendue dans le commerce n'est plus très basique. Elle garde cependant une certaine causticité. Il est donc préférable de porter des lunettes de protection pendant la mise en œuvre de l'enduit. Le port d'un masque n'est pas non plus à négliger lors de la préparation du mortier car la chaux aérienne est très volatile.

Plus le mortier est liquide (cas du gobetis), plus le risque est grand de recevoir des projections de chaux dans les yeux. Il suffit alors de les rincer abondamment avec de l'eau propre. On évitera de même le contact direct des mains (et de manière plus générale du corps) avec la chaux en portant des vêtements de chantier et des gants en caoutchouc, éventuellement garnis de coton pour éviter la pénétration du sable présent dans le mortier. Foulard ou chapeau protègent efficacement les cheveux.

Afin d'éviter le dessèchement de la peau et de rehausser son pH, se laver en fin de chantier avec du vinaigre blanc ou du citron. Passer ensuite une crème hydratante sur les parties du corps qui ont été exposées.

Mise en œuvre du gobetis

Le gobetis n'est nullement obligatoire lorsque l'on intervient sur un support ouvert. Lorsque l'on œuvre sur une maçonnerie qui présente des joints creux, on peut, sans danger, en faire l'économie. Il devient par contre indispensable si le mur présente une surface lisse. Car son rôle n'est pas de couvrir le mur en épaisseur mais de servir d'accroche au corps d'enduit.

Composition du mortier de gobetis

Le gobetis est fait d'un mélange de sable grossier et de chaux dosé pour faciliter la tenue de l'enduit.

Il peut être composé de chaux aérienne et de chaux hydraulique ou faire appel à la seule chaux hydraulique. Le dosage habituel est de 1 volume de chaux (2/3 de chaux hydraulique NHL 3,5 et 1/3 de chaux aérienne CL 90) pour 2 volumes de sable 5/7 mm ou 2/5 mm. En prenant un sable 5/7 mm, le gobetis aura une épaisseur d'environ 7 mm.

Incorporation du volume de chaux dans la bétonnière contenant déjà une partie du volume de sable



On doit utiliser un sable de forte granulométrie dont les gros grains comblent les vides de la maçonnerie et facilitent l'accroche du corps d'enduit. Pour cette raison, on privilégie le sable de carrière, non lavé, plutôt que le sable concassé.

Si le gobetis est fait de chaux hydraulique exclusivement, le dosage préconisé pour obtenir un mélange liquide est de 1 volume de chaux hydraulique naturelle NHL 3,5 pour 2 volumes de sable et 1 à 2 volumes d'eau. La quantité d'eau intervenant dans le gâchage est fonction du taux d'humidité présente dans le sable.

Le volume de mortier nécessaire pour couvrir une surface donnée dépend avant tout de la nature du support. Pour couvrir d'un gobetis un mètre carré de mur de pierre, 10 litres de mortier seront nécessaires et 5 litres seulement pour un mur de brique.

> Il faut toujours évaluer la consistance du gobetis avant son emploi. Plus la surface du mur à traiter est sèche, plus le gobetis doit être liquide. De manière générale, quand le gobetis a tendance à faire des amas sur le mur, il faut ajouter de l'eau au mortier.

Exécution du gobetis

On peut démarrer à un endroit quelconque du mur ; toutefois on commence généralement par le bas.

Pour un gobetis très liquide, on peut utiliser la brosse à balai. On peut aussi l'appliquer à l'aide d'une tyrolienne ou d'une projeteuse. Mais le plus souvent, le gobetis est exécuté à la truelle. On procède avec des gestes amples pour qu'il soit bien étalé et que toutes les anfractuosités du mur soient remplies. Selon la surface plus ou moins régulière qu'il couvre, un gobetis peut avoir entre 0,5 cm et 1 cm d'épaisseur maximum.

Projeter à la truelle

On peut, indifféremment, se positionner face au mur ou de biais. On se tient à une soixantaine de centimètres de la paroi. Plus le mortier est projeté avec force, plus il sera résistant. Projeter à la truelle demande donc un vrai savoir-faire. De la maîtrise du geste dépendra la tenue de l'enduit.

On commence par charger en mortier les deux tiers avant de la truelle. La tenue de l'outil doit être assez souple. D'un geste vif, on propulse ensuite la truelle vers le mur, comme si on voulait percuter ce dernier. On arrête le geste à environ 20 cm du mur et on ressert la main pour exécuter avec le poignet un mouvement en coup de fouet. La truelle se redresse alors et décharge son contenu sur le mur.

Chaque truellée recouvre à peu près l'équivalent d'une feuille de papier A 4, avec en périphérie une épaisseur de mortier moindre. Il faut donc croiser les truellées pour obtenir une surface d'égale épaisseur.

Pour épargner les plafonds des projections lors de la mise en œuvre, on pose une bande de protection le long de l'arête mur-plafond. On respecte une marge de 2 mm (9 mm pour un tadelakt), pour tenir compte du retrait de l'enduit.

Séchage du gobetis

Le temps de séchage d'un gobetis est fonction de plusieurs facteurs. Il sèche par exemple moins vite sur un support fermé que sur un support poreux. L'épaisseur de l'enduit joue aussi de manière prépondérante : plus la couche est épaisse, plus le séchage est long. Enfin, le temps de séchage dépend de la température et de l'hygrométrie ambiantes. Selon tous ces paramètres, un gobetis sera parfaitement sec au bout de 48 heures ou d'une semaine ! Pour un professionnel c'est avant tout la couleur du mortier qui renseigne sur l'évolution du séchage.

Étapes de l'exécution du gobetis



1. Projection du gobetis sur le mur arrosé.



2. Recouvrement du support par chevauchement des truellées de mortier.



3. Poursuite de la mise en œuvre vers la droite.

Mise en œuvre du corps d'enduit

Le corps d'enduit assure la protection du mur. Son épaisseur dépend de la nature du support. Elle doit être d'autant plus grande que le support est irrégulier. Le plus souvent, elle est comprise entre 1 cm et 3 cm.

Plus le corps d'enduit est épais, plus l'humidité mettra du temps à le pénétrer. Un artisan seul peut couvrir d'un corps d'enduit environ 15 m^2 de mur par jour.

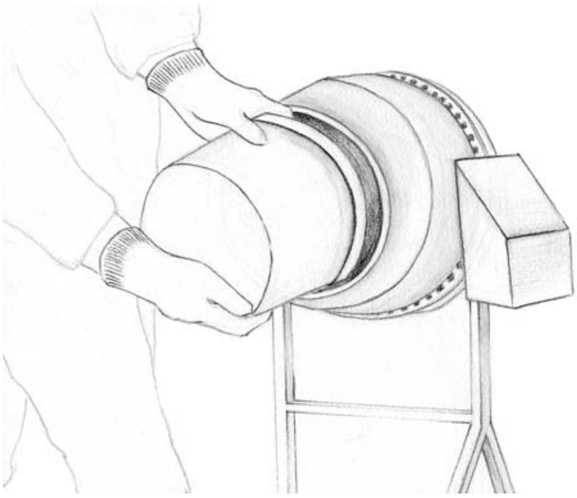
Composition du mortier de corps d'enduit

Le corps d'enduit est généralement fait avec de la chaux hydraulique naturelle. On peut aussi, pour le rendre plus souple, mélanger à part égale chaux hydraulique et chaux aérienne, constituant ainsi 1 volume de liant que l'on mélange avec 2,5 volumes de sable 2/5 mm.

Certains vont même jusqu'à 1/3 de chaux hydraulique pour 2/3 de chaux aérienne.

On utilise généralement des sables de 4 mm. Mais on peut aussi choisir du 6 mm même s'il est moins agréable à travailler. Un sable plus fin ne permettrait pas de faire une couche suffisamment épaisse.

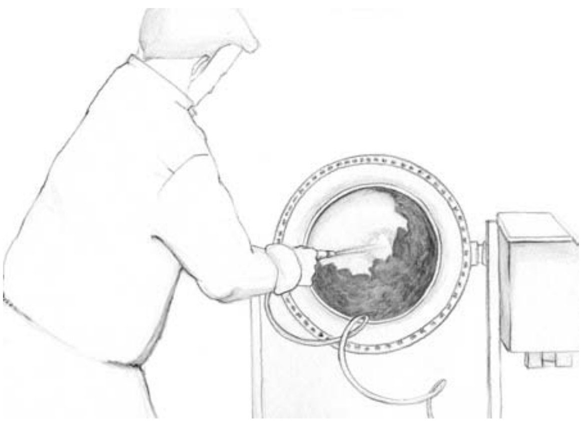
Lorsque l'on est en présence d'une forte humidité, notamment de remontées capillaires au niveau du soubassement, on peut ajouter au mortier de chaux aérienne des charges rétentrices d'eau : gravillons de calcaire tendre, pouzzolane ou encore terre cuite broyée. Elles permettent d'accélérer la prise du mortier sans qu'il perde ses qualités techniques. On ne doit toutefois pas dépasser 1/3 du volume de sable ajouté. La proportion s'établit généralement à un seau de charges rétentrices pour une bétonnière de mortier.



1. Versement d'une partie du sable dans la bétonnière.



2. Incorporation du volume de liant fait de chaux aérienne et de chaux hydraulique naturelle.



3. Hydratation du mélange au jet d'eau.

Réalisation du mortier

Les tests avant exécution

Mieux vaut tester le mortier d'un corps d'enduit avant sa mise en œuvre. Trop mou, il sera peu résistant, trop sec, il fissurera. Sa consistance doit être celle d'une crème Chantilly, un peu ferme, pour que, projeté sur le mur, il y reste collé. Plusieurs types de tests permettent de vérifier la cohérence du dosage entre chaux, sable et eau.

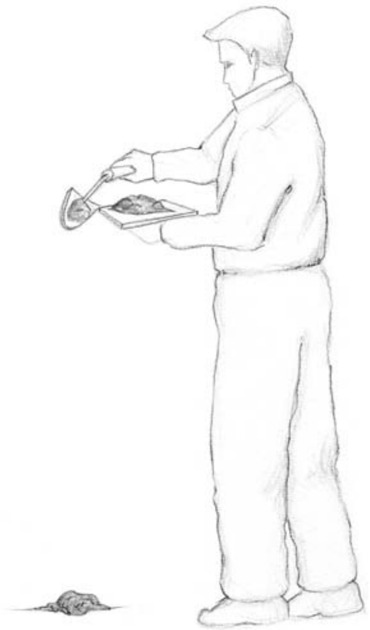
Le plus simple consiste à vérifier la consistance du mortier lors de la préparation dans la bétonnière : il doit être crémeux et non cassant. On peut aussi façonner une boule avec la main et vérifier qu'elle reste homogène et ne s'affaisse pas.

Autre test simple : faire tomber d'une hauteur d'un mètre le contenu d'une truelle sur le sol. Si le mortier reste en motte et se craquelle, c'est qu'il manque d'eau : il n'accrocherait pas au mur. S'il se disperse en giclant partout, c'est qu'il est trop mouillé.

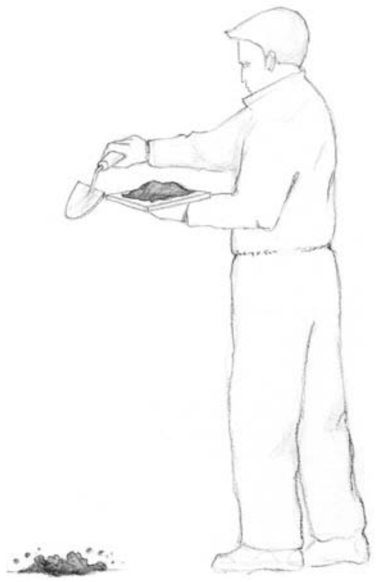
On peut enfin tester le mortier en étalant une couche de 3 cm d'épaisseur sur un support lisse (une plaque de verre par exemple). Si, le lendemain, l'enduit a craquelé, c'est qu'il est trop riche en chaux et qu'il fait un retrait trop important. Une ultime vérification de la qualité du mortier peut toujours être faite au moment de la mise en œuvre sur le mur.

Faire un corps d'enduit à la chaux sur un mur de terre est toujours difficile : la maçonnerie résiste mal au poids du mortier qui, pour un corps d'enduit de 2 cm d'épaisseur, pèse entre 18 et 25 kg au mètre carré. Le plus souvent, on pose donc directement l'enduit de finition sur la terre, celle-ci faisant office de corps d'enduit.

Tester la formulation du mortier



1. Dosage excessif en chaux.



2. Dosage excessif en eau.

Test de formulation sur plaque



Exécution du corps d'enduit

Avant toute chose, il faut impérativement mouiller le mur, que celui-ci ait été préalablement couvert d'un gobetis ou qu'il soit nu. Sinon, le corps d'enduit ne tient pas, fissure et tombe. S'il y a eu gobetis, on mouille le mur moins abondamment que sur une maçonnerie brute.

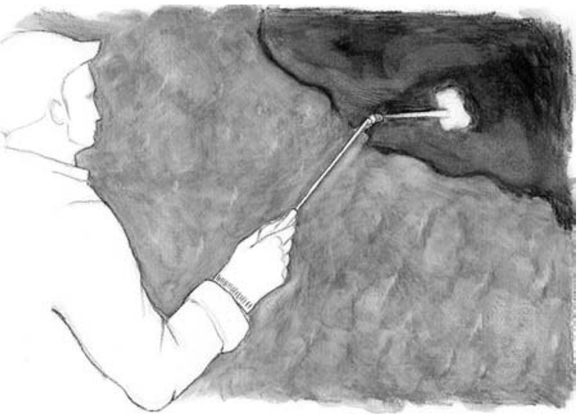
Le corps d'enduit doit être taloché et non lissé car, sur une surface lisse, on ne pourrait jamais appliquer la couche de finition !

Il peut être exécuté de deux manières radicalement différentes : en projetant le mortier à l'aide de la truelle ou, éventuellement, en l'appliquant au platoir sur le mur.

On opère en plusieurs étapes.

On projette tout d'abord le mortier sur le mur avec la truelle. Le geste est moins ample que pour un gobetis : il s'agit de «charger» le mur. Tout en procédant ainsi, on étale périodiquement l'enduit en s'aidant du dos de l'outil.

Étapes de l'exécution du corps d'enduit



1. Arrosage du support couvert de gobetis.



2. Projection des truellées à partir du soubassement.



3. Lissage du corps d'enduit au dos de la truelle.



4. Poursuite de la mise en œuvre du corps d'enduit.

Les finitions colorées

Si on utilise du «plâtre paysan®», on peut se contenter de sa couleur naturelle, car on trouve souvent dans ce dernier des morceaux de gypse incuits contenant des petites paillettes. Mais on peut aussi utiliser des pigments, des terres colorantes ou encore des oxydes métalliques, qui donnent des couleurs plus tranchées, pour réaliser un enduit teinté dans la masse.

On peut enfin opter pour une peinture à la chaux, qui permet de garder la structure de l'enduit, avec ses grains, et d'appliquer sur le plâtre une couleur en transparence avec un badigeon ou une eau-forte.

> Pour réaliser une peinture à la chaux, les ingrédients sont incorporés dans l'ordre suivant : eau + pigment + chaux additionnée de produit pré-formulé.

Le badigeon

On prépare le badigeon dans une poubelle en versant dans l'eau des pigments en poudre et de la chaux aérienne. On ajoute ensuite des adjuvants pré-formulés (Décoplus® de Saint-Astier ou Prédose® des Houillères de Cruéjouls), mélangés au préalable à sec dans un seau pour éviter la formation de grumeaux.

Ceux-ci ont pour fonction de faciliter l'accroche du badigeon sur l'enduit au plâtre. Ils sont composés de caséine, de savon végétal et de rétenteur d'eau. On mélange le tout au malaxeur électrique.

On aura défini au préalable les nuances colorées recherchées, en testant les mélanges et les dosages.

Le badigeon est exécuté en deux passes à la brosse à badigeon, sur un enduit qui a fait sa prise.

La première passe est faite de manière horizontale sur toute la surface du mur. Après avoir attendu quelques heures pour laisser sécher la première couche, on applique la seconde verticalement.

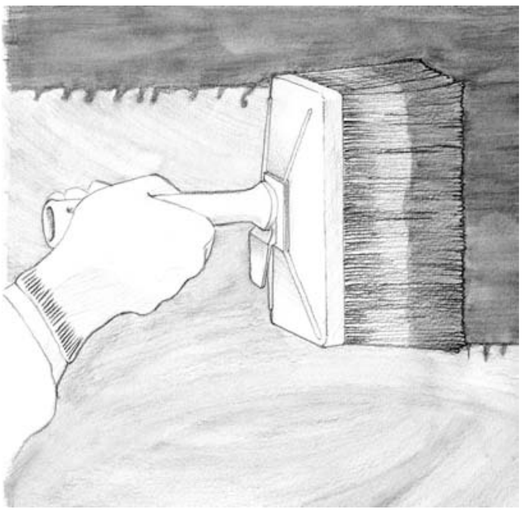
Un décor au badigeon peut être réalisé sur la totalité d'une paroi ou se limiter à une surface plus ou moins réduite du mur : frise, bas de mur ou encadrements d'ouverture par exemple.

La peinture *a fresco*

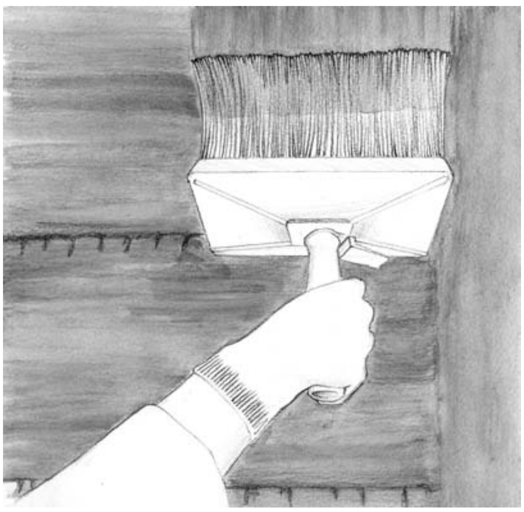
Le principe de la peinture *a fresco* repose sur la migration d'un pigment dans la chaux d'un enduit, dont la carbonatation emprisonne la couleur. Si on met un peu de chaux dans un enduit au plâtre, une partie de la coloration va se faire *a fresco*, mais on aura surtout une migration du colorant dans le plâtre. Après évaporation de l'eau, le colorant va rester dans le plâtre, mais ne sera pas fixé : si on passe le doigt sur l'enduit, la couleur déteint sur le doigt. Pour faire une peinture *a fresco* avec un enduit au plâtre, mieux vaut donc le charger en chaux (jusqu'à 25 %).

On a tout intérêt à faire des tests préalables sur des échantillons. Car la couleur va beaucoup varier pendant plusieurs semaines avant de se stabiliser. Toutefois, si on estime que le rendu est un peu pâle après séchage, il suffit de badigeonner l'enduit avec de l'huile de lin ou de passer une cire incolore qui lui donnera un aspect mouillé et ravivera la couleur.

Mise en œuvre du badigeon coloré



1. Exécution de la première passe du badigeon en bandes horizontales.

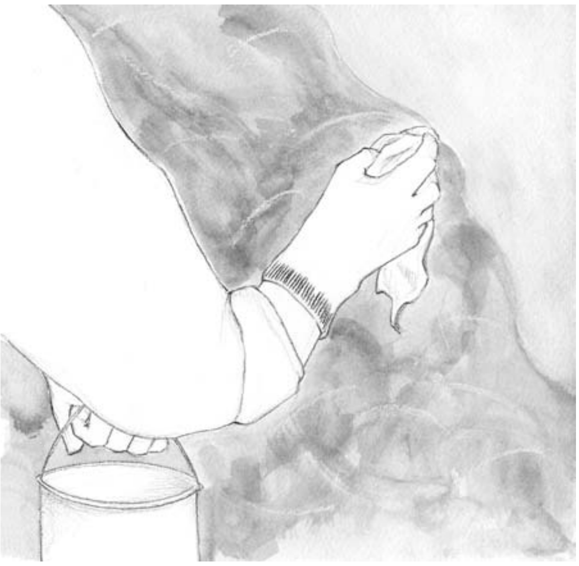


2. Mise en œuvre de la deuxième passe, verticalement.

Le plâtre ciré

Pour colorer un enduit au plâtre, on peut aussi le traiter avec une cire teintée : c'est alors elle qui va fixer le pigment et non le plâtre. On mélange la cire d'abeille et le colorant dans un récipient et on fait chauffer un peu l'ensemble pour le rendre plus liquide et diluer le colorant. Il existe des cires déjà colorées qu'il n'y a plus qu'à appliquer en surface, à l'aide d'un chiffon.

Coloration d'un enduit au plâtre à l'aide d'un chiffon imprégné de ciré teintée



On peut encore appliquer une huile dure teintée avec du colorant et qui fait pénétrer la couleur dans l'enduit et la fixe.

Le plâtre admet tous les types de pigments : terres colorantes ou oxydes. Toutefois certains oxydes, généralement les oxydes foncés (bleus, noirs) sont des accélérateurs de prise du plâtre. Il faut donc vérifier ce facteur auparavant pour éviter toute surprise.

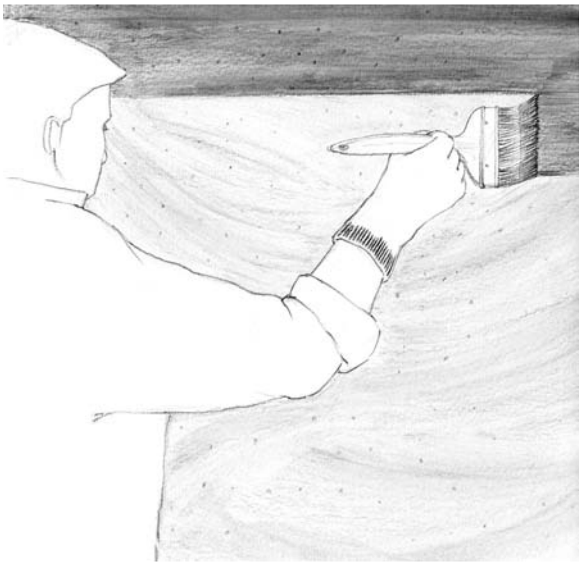
La colature

Il s'agit d'une préparation à base de chaux aérienne, de poudre de marbre et de colorant. On prend les mêmes précautions que pour un badigeon en utilisant des adjuvants pré-formulés.

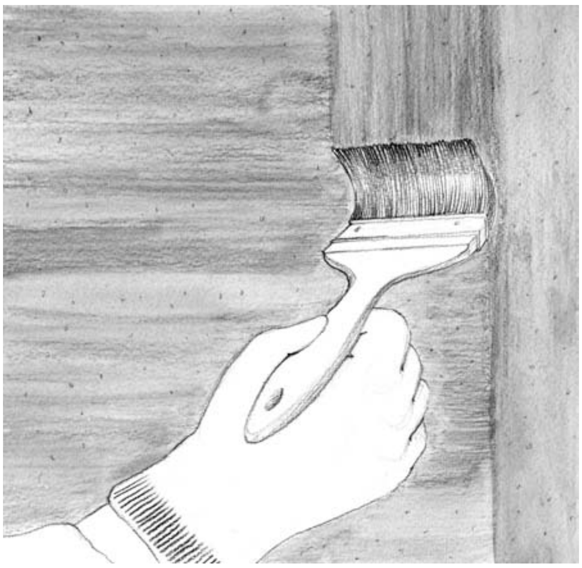
Pour enduire une surface d'environ 100 m^2 en une seule couche, on prépare 30 litres de colature en mélangeant, dans l'ordre suivant, 15 à 20 litres d'eau, un faible pourcentage de pigments, 10 litres de chaux aérienne, 10 litres de poudre de marbre et 1 kg de produit pré-formulé.

On exécute la colature sur l'enduit de plâtre en deux passes avec une brosse à badigeon ou un pinceau en soie un peu large (spalter). On attend une demi-journée que la première couche ait séché avant de poser la seconde. L'exécution de la colature se fait de la même manière que pour un badigeon, en couches croisées, la dernière étant toujours passée verticalement.

Mise en œuvre de la colature teintée



1. Exécution de la première couche de colature à l'aide d'un spalter.



2. Poursuite de la mise en œuvre par bandes verticales.

Les conditions d'emploi d'un enduit à la terre

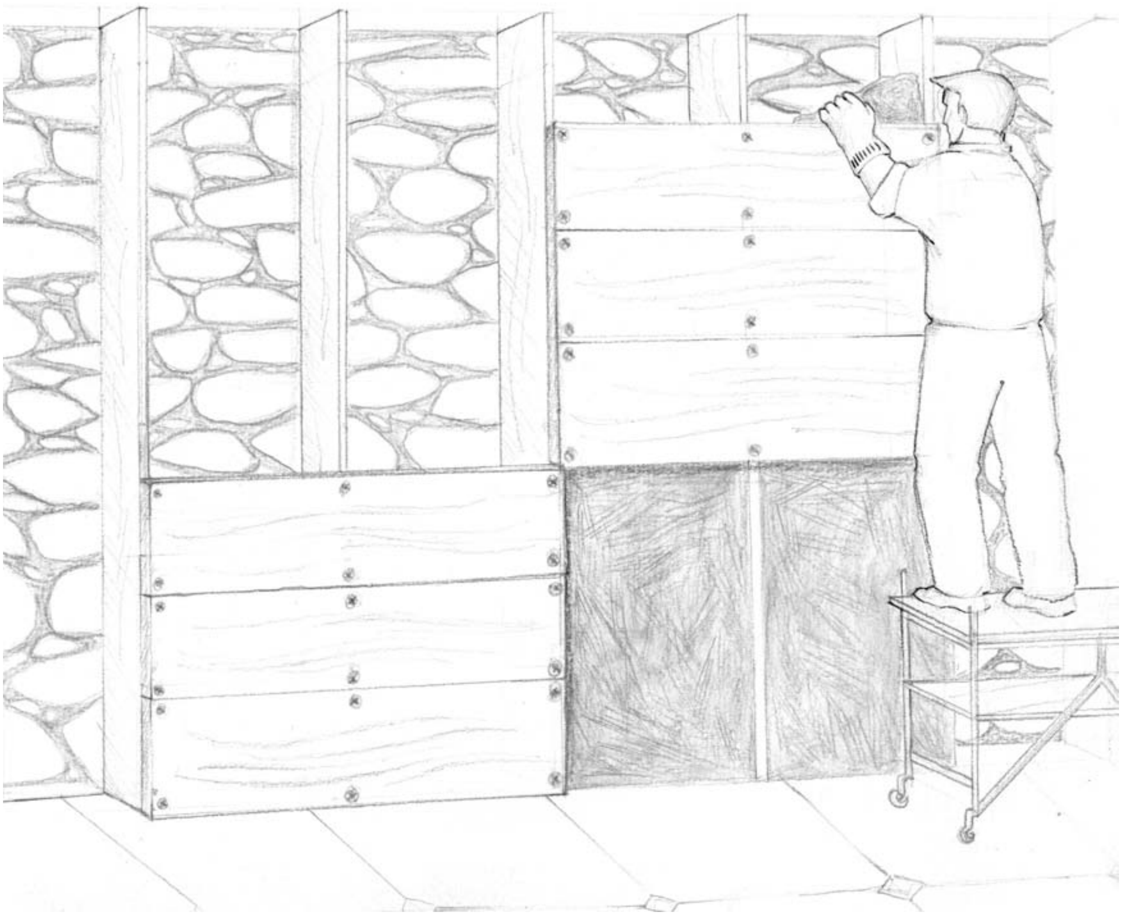
La terre, comme on l'a vu, se prête aussi bien aux enduits extérieurs qu'aux enduits intérieurs, avec, fondamentalement, une mise en œuvre identique. C'est plutôt le rôle que l'on entend faire jouer à l'enduit qui rend pertinent ou non l'usage de la terre. Car si ce matériau a une grande longévité quand il est à l'abri de l'humidité, il fond dès qu'il est imprégné d'eau.

Notez bien que l'on peut faire des enduits en terre dans une salle de bains. Mais il faudra, bien sûr, que les parties près de la douche et du lavabo soient traitées avec des revêtements étanches (un tadelakt, par exemple). Ce choix est même tout à fait pertinent, la terre aidant à réguler l'hygrométrie de la salle d'eau.

Lorsque l'on souhaite améliorer la performance énergétique de la maison sans pour autant isoler les murs, on peut appliquer un enduit à la terre fibré, généralement additionné de chaux pour accélérer la prise. Plus l'enduit est épais, meilleure est la correction thermique. Aussi est-il intéressant, notamment pour les murs exposés au nord, de réaliser un coffrage dans lequel on pourra tasser à la main le mélange terre-paille, en forte épaisseur, depuis le bas du mur. On fixe à la paroi des chevrons de 10, voire 15 cm d'épaisseur, sur lesquels on visse de longues planches de bois qui servent de banches. Lorsque le mortier de terre fibré est suffisamment sec, on reporte les banches plus haut pour poursuivre la mise en œuvre jusqu'au couronnement du mur.

Pas de norme à l'heure actuelle

Il n'existe encore à ce jour en France aucun DTU concernant les enduits à la terre (alors qu'il y en a en Allemagne depuis une dizaine d'années). Il est en effet très délicat d'ériger des normes pour un matériau naturel soumis, selon les lieux, à des contraintes très différenciées. Les techniques de la tradition sont elles-mêmes le fruit de pratiques très localisées. Toute tentative d'uniformisation se heurte donc à ces difficultés d'interprétation des cultures constructives régionales.
L'association nationale des professionnels de la terre AsTerre travaille cependant sur un projet qui devrait aboutir d'ici peu.



Mise en œuvre d'un enduit terre-paille dans des banches

Préparation du support

Il faut toujours préparer le mur avant la mise en œuvre de l'enduit : le support doit être sain, sec et dépoussiéré. On l'humidifie ensuite pour que l'enduit qui le recouvrira adhère bien et qu'il n'y ait pas de décollement.

On arrose différemment selon la nature du support : avec de la brique ou du parpaing, par exemple, il faut arroser abondamment, sinon le spectre des joints apparaît dans l'enduit. Pour un mur en pisé, l'arrosage sera plus modeste. Mais il ne faut jamais hésiter à procéder à un nouvel arrosage si le support paraît trop sec.

Quelle que soit la nature du mur, on arrose la veille du chantier, puis le jour même (sauf si l'on a appliqué une sous-couche d'accroche pour supports lisses).

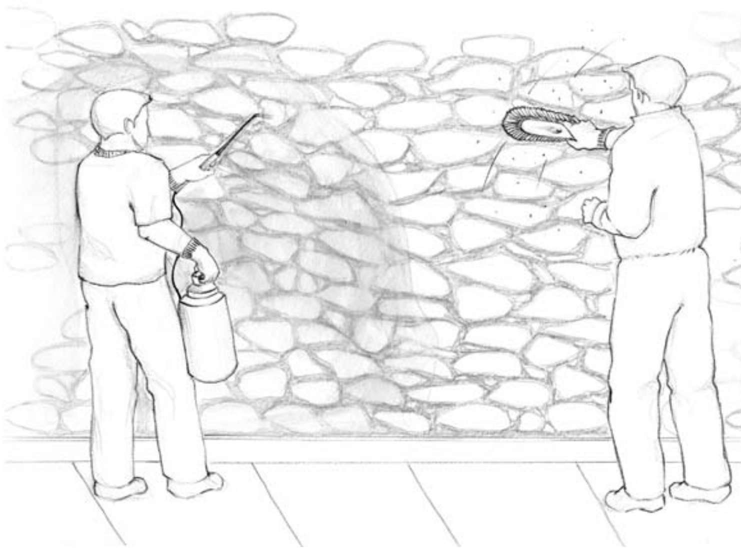
On utilise à cet effet un pulvérisateur, en se positionnant à une vingtaine de centimètres du mur.

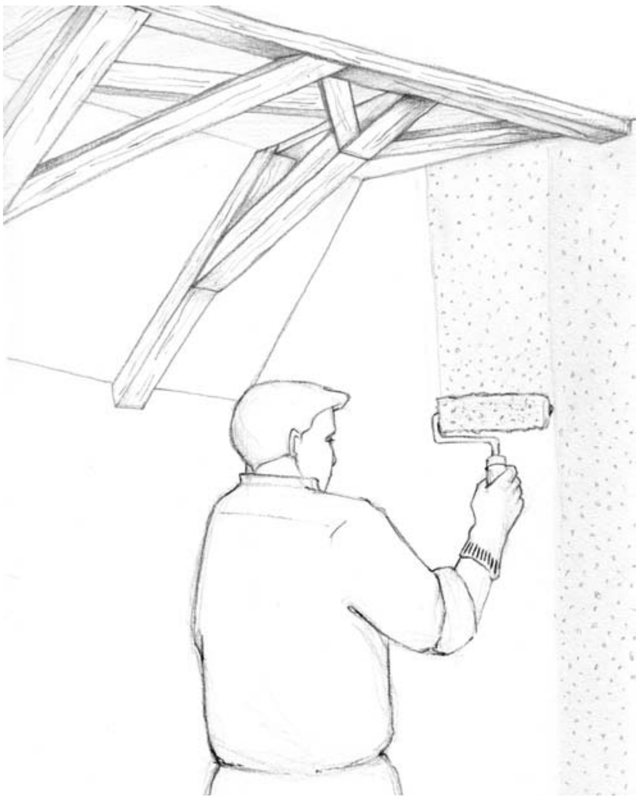
Le mur doit être humidifié de nouveau entre chaque couche d'enduit, quelle que soit l'ambiance hygrométrique de la pièce.

Pour tous les supports actuels trop lisses, type Placo®, on doit prévoir une sous-couche d'accroche pour que l'enduit terre puisse tenir.

On emploie pour cela de la peinture ou, mieux, de la colle, par exemple de la colle à papier peint à laquelle on ajoute du sable, dont les grains favorisent l'accroche de l'enduit.

Brossage et arrosage du mur-support





Application de colle à papier peint additionnée de sable sur un support lisse

Préparation du mortier d'enduit

Un enduit de terre peut être préparé bien avant la mise en œuvre ou au contraire le jour même, selon les convenances. On préfère habituellement le préparer 24 heures à l'avance pour que l'argile ait le temps de « gonfler » au contact de l'eau. En attendant la mise en œuvre, on stocke le mortier dans une grande poubelle ou, si les quantités sont importantes, dans un bassin recouvert d'une bâche. Il est en effet possible de préparer la totalité du volume dont on aura besoin au cours du chantier.

Préparation d'avance

La matière peut être préparée très longtemps à l'avance, par exemple l'année précédant le chantier, et être sèche : il suffit d'ajouter de l'eau pour la rendre immédiatement utilisable, puisqu'il ne s'agit que d'un mélange d'argile, de sable et d'eau. La préparation à long terme de l'enduit n'est, en revanche, pas possible s'il contient des adjuvants.

La terre

Quand les surfaces à enduire sont de faible importance, il est judicieux de choisir de la terre locale, disponible partout. Ses couleurs – rose, violet, gris, jaune, rouge, etc. – ancrent le décor des murs dans le paysage environnant.

Lorsque l'on fait ce choix, il est indispensable de préparer soigneusement la terre avant de la mettre en œuvre. On vérifie tout d'abord qu'elle ne contient pas de débris végétaux ; si c'est le cas, il faut alors les retirer. On passe ensuite la terre au tamis, plus ou moins fin selon sa destination : on utilisera par exemple une terre tamisée à 8 mm ou à 5 mm pour l'enduit de base (c'est-à-dire le corps d'enduit), mais une terre de 5 mm, voire 2 mm, pour l'enduit de finition. Pour un enduit de base, on peut admettre la présence de microcailloux, ce qui est rigoureusement inacceptable pour une finition.

Pour toutes ces raisons, la grande majorité des artisans se tournent vers des terres « prêtes à l'emploi » pour les finitions (et souvent aussi pour les enduits de base).

L'avantage de la terre – quelle que soit sa provenance – est qu'on peut réutiliser les restes de mortier, ou encore récupérer l'enduit tombé au sol lors de sa projection sur le mur.

Malaxage d'un vieux mortier de terre, après ajout d'eau, en vue d'une réutilisation sur le chantier



L'argile et le sable

La présence de sable n'est indispensable dans un mortier de terre que si celle-ci est trop argileuse (voir aussi page 83). On met généralement 2 volumes de sable pour 1 volume de terre locale tamisée, mais lorsque la terre locale est extrêmement argileuse, on peut être amené à mettre jusqu'à 4 ou 5 volumes de sable pour 1 volume de terre.

Rappelons également que la proportion d'argile dans la terre ne doit en aucun cas être inférieure à 15 % du volume, si l'on souhaite utiliser une terre extraite localement pour réaliser des enduits.

Les professionnels savent évaluer d'un simple regard la nature argileuse d'une terre extraite sur place. Les moins avertis pourront la tester avec les mains. Si, après s'être enduit les mains de terre, ils ont quelques difficultés à les laver, c'est que l'argile – très présente – a tendance à rester collée.

Un autre test simple consiste à façonner un boudin de terre d'une trentaine de centimètres de long et à le poser en surplomb sur le rebord d'une table : s'il fléchit à environ 5 cm, c'est qu'il n'y a pas assez d'argile. S'il le fait entre 5 et 15 cm, on peut en faire un enduit. S'il reste rigide au-delà de 15 cm, on en déduit alors que la terre est très argileuse.

L'eau

On ne peut donner le volume idéal d'eau entrant dans la préparation d'un mortier d'enduit : tout dépend du chantier et du support. C'est à l'œil que l'on voit si l'on a mis suffisamment d'eau, le principe étant que la terre doit être gorgée d'eau. L'avantage de préparer le mortier la veille est que la terre a bien trempé : on voit tout de suite s'il y a trop d'eau.

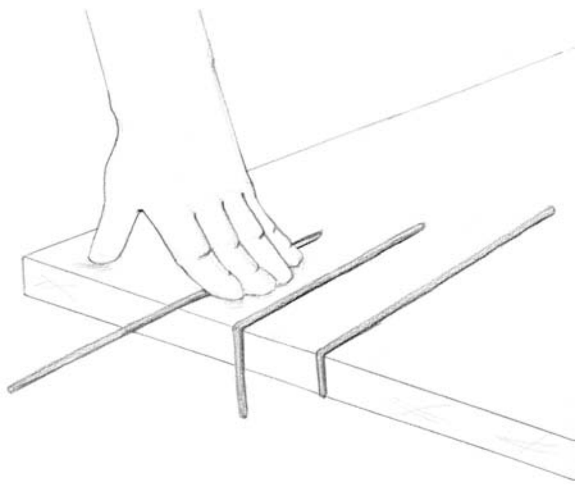
Dans ce dernier cas, il suffit de rajouter de la terre jusqu'à trouver la bonne compacité. On peut tout aussi facilement retirer l'eau excédentaire qui recouvre la terre.

C'est au moment de poser l'enduit qu'on peut voir si l'eau est en quantité suffisante ou au contraire en excès.

Techniques d'évaluation de la proportion d'argile présente dans la terre



Test réalisé par nettoyage des mains maculées de terre locale.



Test réalisé par confection de boudins de terre locale.

Les adjuvants

Ils sont d'une infinie variété, du plus rustique au plus élaboré, certains naturels, d'autres artificiels. Bouse de vache, œuf, caséine, savon, colle de peau, paille de riz ou de blé, etc. : ces adjuvants ont été – ou sont encore – utilisés pour éviter que l'enduit ne farine, pour renforcer sa résistance mécanique ou encore pour faciliter son entretien. Selon les cas, les adjuvants sont mélangés au mortier ou simplement passés à la brosse en surface.

Dans de nombreux pays, on prépare le mortier plusieurs mois, voire une année, avant le début du chantier. On laisse « pourrir » de la paille dans le mortier : la cellulose ainsi libérée donne une meilleure résistance à l'enduit.

Il faut cependant limiter au maximum la présence d'adjuvants, car ils rendent l'enduit de terre difficile à réparer. Si c'est l'action de la cellulose que l'on recherche pour donner à l'enduit une meilleure étanchéité, on peut se contenter d'ajouter à la terre préparée de la paille calibrée (d'orge ou de riz) que l'on trouve dans le commerce. La proportion généralement admise est de 1 volume de fibres pour 3 volumes de terre.

On peut aussi, de manière plus artisanale, couper au ciseau de la paille de blé en tiges de 6 à 8 cm de long, voire, pour des quantités plus importantes, utiliser une tronçonneuse pour débiter un ballot de paille en fibres courtes ou bien passer la tondeuse à gazon pour hacher la paille.

Une autre manière simple de régler le problème de la stabilisation d'un enduit à la terre, est d'ajouter au mortier de la farine de blé. Avec 1 kg de farine, on fait plus de 150 litres de mélange.

On peut passer de l'eau sur un enduit adjuvanté de colle de farine sans que sa couleur en soit altérée. Il acquiert en outre une meilleure résistance à l'humidité.

Stabiliser un enduit poudreux

En général, on ne stabilise pas un enduit intérieur. Cependant, il arrive parfois que certains enduits s'avèrent poudreux, ce qui rend difficile l'entretien des murs : passer un coup d'éponge ne suffit pas à les dépoussiérer. C'est le cas quand la terre utilisée contient trop de fines (de silts). On applique alors de la colle à papier peint (cellulose de méthyle) sur le mur enduit pour fixer la matière.

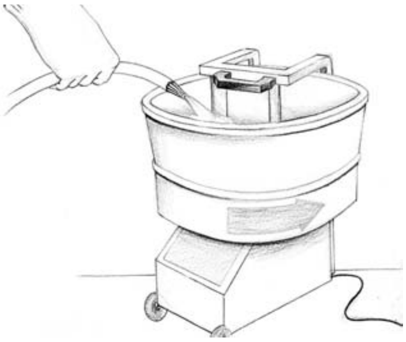
Découpe de la paille en fibres courtes à l'aide d'une tronçonneuse



Le malaxage

La consistance idéale à obtenir est celle d'une pâte à pain, très élastique. Le mélange peut se faire au malaxeur horizontal dont le bras trempe dans la bassine. Il permet de travailler à plusieurs et mélange idéalement sans faire d'éclaboussures. On verse toujours l'eau en premier dans la machine, puis on en ajoute de manière progressive au fur et à mesure que l'on incorpore les ingrédients (voir croquis page suivante).

Préparation d'un mortier d'enduit à la terre



1. Remplissage du malaxeur au jet d'eau.



2. Déversement du volume de terre tamisée dans l'eau.



3. Ajout d'eau pendant le malaxage.



4. Incorporation de sable dans le mélange pour amender une terre trop argileuse.



5. Hydratation du mélange jusqu'à obtention de la texture souhaitée.



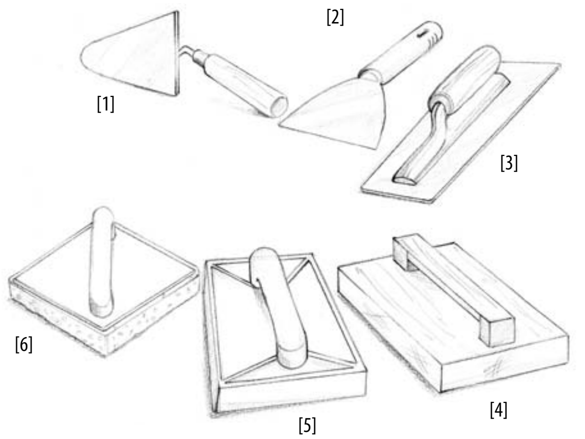
6. Déversement de poignées de fibres végétales dans le mélange.



7. Coloration d'un mortier de finition à l'aide d'argiles.

Les outils de la mise en œuvre

Ils peuvent être très simples comme, pour l'application du mortier d'enduit sur le mur, la truelle [1], le couteau à enduire [2], le platoir en Inox [3] ou encore, pour aplanir et uniformiser la matière, la taloche en bois [4], la taloche en plastique [5] ou la taloche-éponge [6].



N'oublions pas non plus la balayette [7], l'éponge [8] ou encore la brosse à badigeon [9], que le professionnel emploie lorsqu'il exécute l'enduit de finition ou les finitions décoratives.

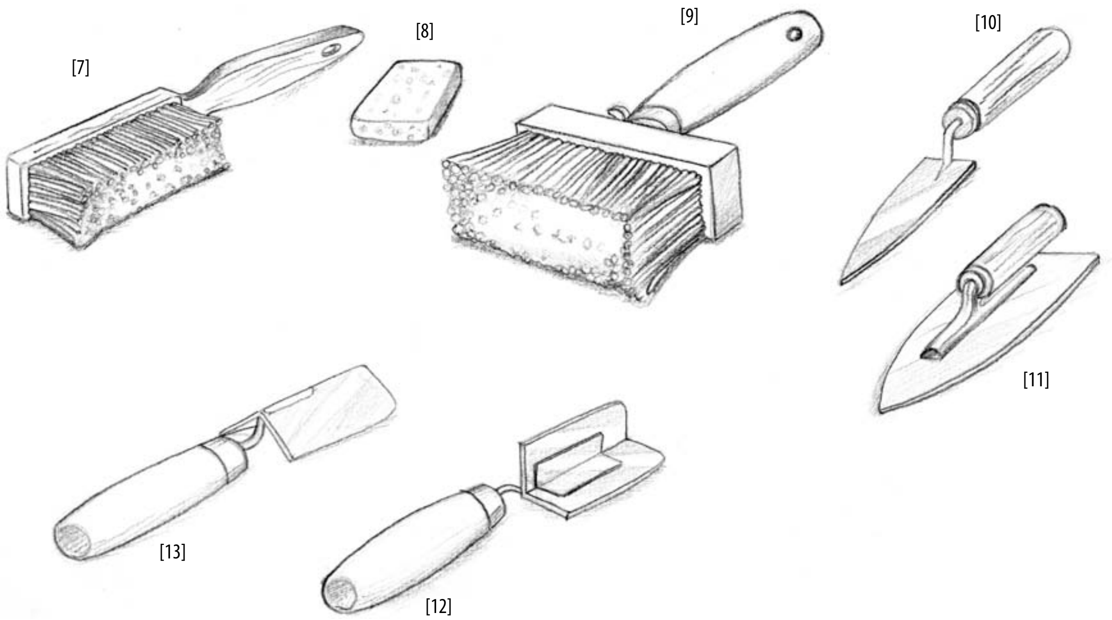
Mais on peut aussi utiliser des outils plus sophistiqués, de taille variable, chacun destiné à des exécutions particulières ou des endroits précis du mur (angles, pourtour des prises de courant, etc.) : la langue de chat bombée [10], la lisseuse arrondie pour finition [11] et les lisseuses d'angle sortant ou rentrant [12 et 13]. Certains outils sont importés de l'étranger, notamment du Japon.

La main comme outil

La terre se prête parfaitement au travail à la main. De manière simple et rapide, on peut avec cet outil naturel exécuter un enduit de bonne épaisseur. Mais, sauf cas particulier, cette pratique est le plus souvent privilégiée par des artisans qui ne connaissent qu'imparfaitement le maniement des outils et qui n'interviennent que sur des surfaces réduites.

La projection mécanique

On peut aussi utiliser une machine à compresseur d'air pour projeter vigoureusement l'enduit sur le mur, ce qui permet à la matière de pénétrer toutes les anfractuosités d'un support irrégulier. Mais on ne peut travailler ainsi que dans un local en cours d'aménagement, la technique étant plutôt réservée aux enduits extérieurs, compte tenu des inévitables éclaboussures.



Mise en œuvre

Nombre et épaisseur des couches d'enduit

En France, l'exécution d'un enduit de terre se fait ordinairement en deux passes. Mais on peut aussi exécuter un enduit intermédiaire, entre enduit de base et finition. Dans d'autres pays, le nombre de passes est plus important. Tout dépend des traditions locales, mais aussi des habitudes de l'artisan ou de la nature du chantier. L'épaisseur de l'enduit finalisé ne varie cependant guère.

Il n'y a pas de règle particulière en ce qui concerne l'épaisseur de chaque couche. Avec une terre normale, on peut poser une couche pouvant faire jusqu'à 1,5 cm d'épaisseur sans que cela pose problème. Mais il s'agit là d'un cas limite : généralement, on n'a pas besoin de faire une couche aussi épaisse, sauf ponctuellement si le mur est irrégulier. Tout dépend aussi de la granulométrie de l'enduit de base ou de la couche de finition.

Globalement, il faut un enduit de base de 1 cm et une finition épaisse de 2 à 4 mm. En donnant à l'enduit de base une épaisseur un peu plus importante, on améliore sa capacité à réguler l'hygrométrie.

Faux-aplombs

On ne doit pas chercher à rattraper les éventuels faux-aplombs d'un mur, très fréquents dans le bâti ancien. Ce faisant, on se heurterait à un problème de surépaisseur, difficile à gérer dans un enduit à la terre. Aussi ne procède-t-on pas en dressant l'enduit au fil à plomb, mais à l'œil. Si l'on doit fixer des meubles au mur, on utilisera alors des tasseaux.

Mise en œuvre de l'enduit de base

Préparation du mortier

Dans un but économique, on cherche à mettre un minimum de terre et un maximum de sable, en trouvant le bon rapport entre les deux pour que le mélange colle sur le mur et ne fissure pas. Le sable coûte en effet bien moins cher qu'une terre « prête à l'emploi » achetée dans le commerce.

Ce sont cependant les tests de dosage qui permettent de trouver le mélange idéal en fonction de la nature de la terre et du support. Si l'on utilise une terre locale, on doit la tamiser – au tamis n° 14 – pour éviter la présence de petits cailloux dans l'enduit.

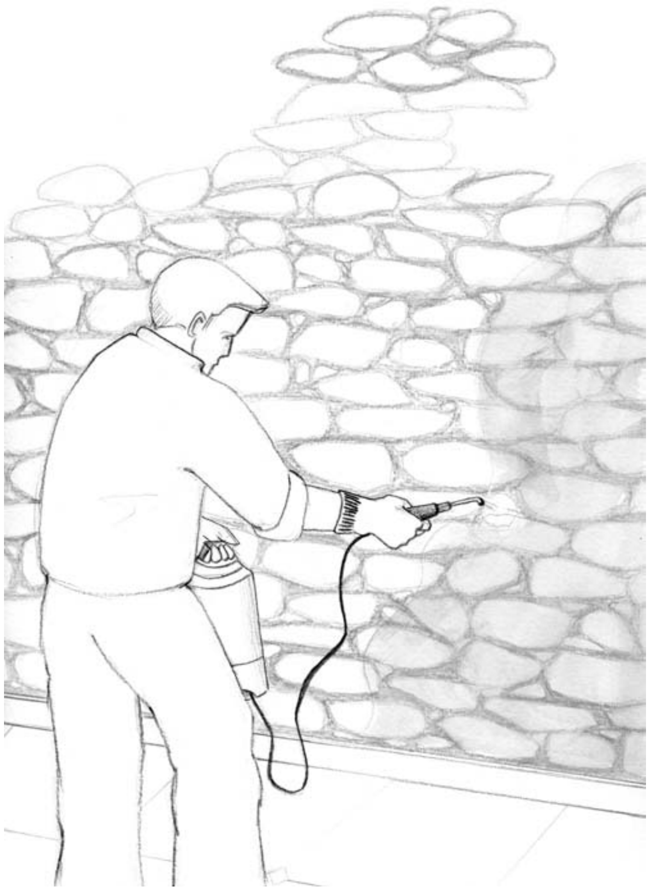
Exécution de l'enduit de base

Il n'y a pas de règles particulières pour la mise en œuvre, simplement des habitudes ou des préférences personnelles. Bien sûr, le fait d'être gaucher ou droitier a aussi son importance.

Toutefois, l'humidité issue de l'arrosage préalable du support migrant vers le bas du mur, on a tout avantage à commencer l'exécution par le bas.

Quand on enduit à la main, on commence de préférence par le haut. Car ce que l'on vient de projeter peut toujours se décoller et entraîner dans sa chute ce qui vient d'être posé plus bas. Toutefois avec la terre, le risque de décollement reste faible et beaucoup d'artisans qui projettent à la main commencent, eux aussi, par le bas du mur.

Mise en œuvre du corps d'enduit (ou enduit de base)



1. Aspersion du mur au pulvérisateur.

La Chaux fait son show



Murs, escaliers et calade rejointoyés à la chaux au Château de Combet (Drôme)

A L'OPPOSÉ DES MORTIERS AU CIMENT, LES ENDUITS À LA CHAUX GRASSE PRÉSENTENT L'AVANTAGE DE LAISSER LES MURS ANCIENS RESPIRER ET DE PERMETTRE AINSI À L'HUMIDITÉ DE NE PAS Y RESTER ENFERMÉE. EN OUTRE, LES BADIGEONS SONT UNE ALTERNATIVE AUX PEINTURES…

Réalisé par : **Félix Molitor**



Avant rejointoiement

© Van Oudenaarde

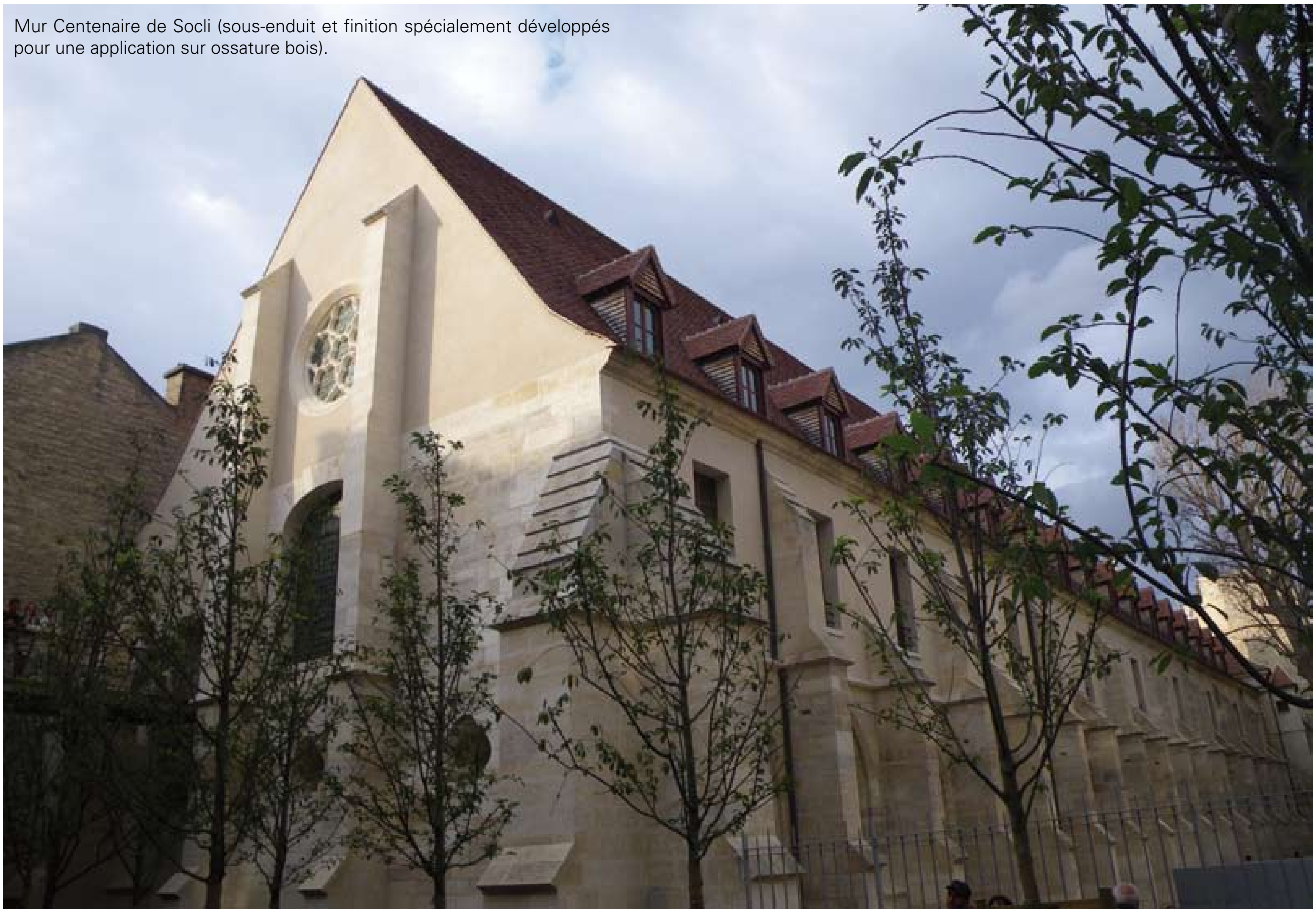
Mortier

Plutôt que des mortiers prêts à gâcher, on peut utiliser un mortier à la chaux afin d'obtenir l'aspect des enduits anciens. Il suffit d'examiner de près ces enduits pour se rendre compte qu'ils ont la couleur du sable employé et non celle du liant, ce qui leur donne cette teinte chaude.
La chaux vive, jadis utilisée comme liant, provenait de la cuisson de pierres calcaires dans des fours à chaux et était livrée en morceaux ayant conservé la forme des pierres dont ils tiraient leur origine. Avant de mettre en œuvre la chaux, il fallait l'éteindre avec de l'eau en l'hydratant. La pâte ainsi obtenue était mélangée à du sable. Cette opération, longue et pénible, qui excluait l'emploi d'une bétonnière, car ces machines ne peuvent pas mélanger une pâte à consistance de fromage blanc avec une poudre entrainera l'abandon de l'emploi de la chaux vive au profit de la chaux hydraulique artificielle ou du ciment.


© Socli

Enduit

A l'opposé des mortiers au ciment, les enduits à la chaux grasse présentent l'avantage de laisser les murs anciens respirer et permettre ainsi à l'humidité de ne pas y rester enfermée.
PétraLine est adapté à la réfection des joints, intérieurs et extérieurs, des murs dont le matériau de hourdage a besoin de respirer librement c'est à dire toutes les maçonneries de pierre de taille ou de brique montées à la terre, à la chaux, au plâtre et plus généralement les maçonneries anciennes.


Mur Centenaire de Socli (sous-enduit et finition spécialement développés pour une application sur ossature bois).

PétraLine convient également dans les cas de pierre ou de brique, semiporteuse ou agrafée.
Il a une capacité exceptionnelle de protection et d'assainissement des murs:
le gypse qu'il contient lui donne une grande capillarité qui permet de drainer et d'assécher le matériau de hourdage, et l'ensemble du mur, à cœur.
Cette porosité plus grande que celle de la pierre ou de la brique évite les dégradations de celles-ci que l'on peut souvent observer de part et d'autre de joints faits avec des matériaux trop étanches.

La formulation, totalement exempte de liants hydrauliques et riche en chaux aérienne, assure une parfaite compatibilité chimique tant avec les matériaux de la maçonnerie (brique ou pierre ou mortier de hourdage), sans aucun primaire d'isolation ou d'accroche, même dans les cas de remontées capillaires d'eaux séléniteuses ou dans les régions où la pierre était traditionnellement montée au plâtre (Ile de France, Provence, Alpes, Bourgogne...).

Prix : PétraLine : 740 à 940 € / tonne H.T.



L'Enduit de Montmorency est un plâtre et chaux, fabriqué traditionnellement à partir de plâtre et de chaux aérienne dont la granulométrie, la couleur et la quantité sont choisies sur mesure en fonction des performances et de l'aspect recherché. Cet enduit a un pouvoir exceptionnel d'assèchement et d'assainissement des murs anciens, par ses capacités respiratoires qui protègent tous les éléments du bâti craignant l'eau (bois, hourdis, pisé…) et assurent sa salubrité.

Il est ainsi recommandé pour tous les murs à structure poreuse (pierre de taille, maçonneries hourdées au plâtre, à la chaux ou au mortier de sablon, pan de bois), ainsi que pour les supports contenant du plâtre et/ou des sulfates.
Prix : Enduit de Montmorency : 540 à 740 € / tonne H.T.



© DTollens

Mat ou brillant

Toujours très appréciés en décoration intérieure, les enduits à la chaux séduisent par leurs qualités inimitables.
La nouvelle gamme minérale de Tollens offre des nuançages plus subtils, des décors plus raffinés et une grande diversité de couleurs et se répartit en deux familles :
Les enduits mats, synonymes de profondeur et de chaleur, se composent du lait de chaux et de l'enduit lisse. Les enduits brillants, pleins de subtilité et de finesse, proposent le stuc vénitien, la chaux ferrée, le stuc veiné pointé et le stuc marbré.

Faire un beau joint

Et d'abord, le nettoyage de la pierre. Un nettoyage haute-pression est préférable à l'eau acidulée.

Le déjointoiement doit être effectué avec finesse avec des outils puis à la ponceuse. Les reprises de maçonnerie permettent de refixer quelques pierres branlantes. Le rythme, l'équilibre de l'appareillage ne doivent pas être modifiés. Les joints arrivent à 1 cm de la surface de la pierre sans être en creux car l'eau de pluie doit pouvoir couler le plus librement possible. Les joints sont étroits ou larges selon l'espacement entre les pierres.

Quand le volume est trop important, il vaut mieux procéder à un pré-remplissage sur une surface rugueuse d'accrochage, que l'on laisse prendre 24 h puis on rajoute une deuxième charge lors du beurrage qui consiste à tendre le joint puis à on laisse tirer une heure. Il convient alors de gratter puis passer une brosse en fer sur la surface pour accentuer le granulage.

Les proportions :

1 volume de chaux naturelle, pour 4 volumes de sable.



© Lafarge

Façade rejointoyée. Domaine de la Coquillade, Lubéron (Vaucluse)



© Lafarge



© PetraLine

Chambre. Mur rejointoyé et mur enduit.



Rejointoyer un ensemble de maisons

La tâche a été titanesque. Des centaines de sacs de chaux ont été utilisés « parce que c'est naturel et que le ciment, ce n'est pas dans le style et ça mange la pierre », selon Jaap Van Oudenaarde, propriétaire de 4 gîtes dans une maison forte du XV° siècle. Il a fallu jointoyer 6 à 7 cm en profondeur autour de chaque pierre dont la moitié était descellée. Les reprises de maçonnerie ont été nombreuses mais aucun mur n'a été totalement tombé et remonté. Il faut dire qu'avec un mètre d'épaisseur, ils pourront tenir encore quelques siècles.



Avant rejointoiement.



Gîte de la diligence après rejointoiement.



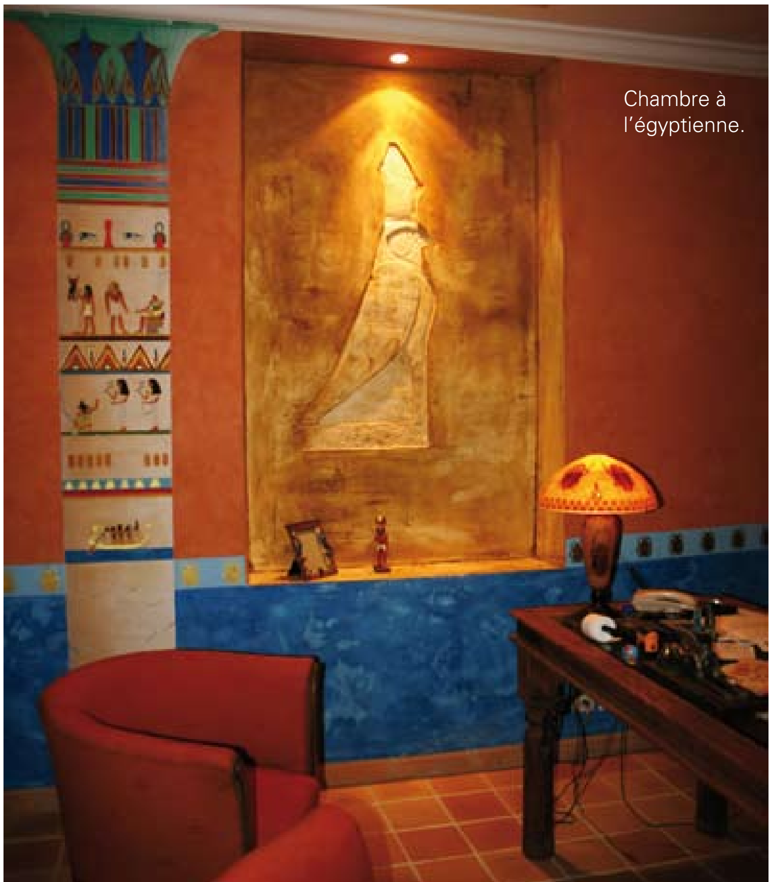
Salle de bains.



Extérieur coloré.

Badigeon :

La chaux s'utilise comme mortier mais également comme peinture ou badigeon.
Il est important d'appliquer le badigeon de chaux, par couche mince et fine et frais sur frais, et face par face.
L'application se fait toujours à la brosse rectangulaire (si possible en soie noire car elle est plus dure), il est préférable de passer la première couche en blanc. Cela a pour effet de donner de la profondeur aux couches suivantes.
On peut également travailler la deuxième ou troisième couche avec la même teinte mais avec une dilution différente environ 10 à 15% d'eau en plus dans l'un des seaux en plastique de préférence pour éviter la rouille.
Cette méthode dite papillonnage permet d'obtenir des effets dégradés de badigeon et donne un aspect panaché de couleurs.



Chambre à l'égyptienne.

On procède à l'application du badigeon en réalisant des petites touches croisées de brosse pour étaler le badigeon en croix et cela sur toute la surface du mur choisi, dès l'opération terminée on procède avec l'autre mélange plus dilué et on remplit les surfaces non atteintes par la couche précédente.
On peut également passer en superposition deux ou trois couches de teintes différentes mais très diluées, ce qui donne après séchage un aspect de fond et aquarellé transparent de type ancien patiné par les années.
Bienvenue au Château Saint-Romain au cœur de la Drôme provençale, dans la commune d Espeluche, Nathalie Peltier a ouvert un gîte depuis 2004 dans ce château entièrement restauré à l'ancienne. Elle s'est lâchée sur les couleurs. Les moulures en staff, les enduits à la chaux et les patines à l'ancienne égayent cette demeure très colorée. Chaque chambre est nommée d'après sa teinte.

Cette demeure de standing du XIX° siècle a été entièrement décorée avec qualité afin de pouvoir accueillir des séminaires et des mariages en plus des hôtes au milieu de son parc boisé de deux hectares aux essences variées et arbres séculaires. Ici, la décoration n'est pas du tout rurale, le badigeon est roi dans une ambiance légèrement excentrique, plutôt britannique que provençale.
Les travaux ont été réalisés par des entreprises mais Nathalie Peltier en a mené une partie. Les murs sont enduits à la chaux dans certaines pièces puis badigeonnés. Une patine à l'huile peut être utilisée avec ou non un effet marbré. Certaines peintures sont agrémentées de décors en pochoirs.

POZZO NUOVO est un des rares fabricants français de chaux en pâte CL90-S.

L'atelier de production est installé à Montélimar dans la Drôme Cette chaux est une véritable chaux en pâte, pure, naturelle qui répond à la norme EN 459-1 et à ce titre, bénéficie d'une garantie quant au système de production et de traçabilité. Il ne s'agit pas d'une chaux en poudre réhydratée : l'extinction est réalisée selon des techniques ancestrales et artisanales. Le calcaire exceptionnellement microporeux choisi pour l'élaboration de la pâte permet d'obtenir un produit d'une résistance et d'un pouvoir couvrant supérieurs à la moyenne. Cette chaux est parfaitement adaptée à la réalisation de peintures à la chaux, mais elle est également excellente pour la formulation d'enduits fins, de stucs et de tadelakts.

L'entreprise fabrique aussi 2 produits de traitement, 100% naturels, élaborés à base de chaux en pâte :

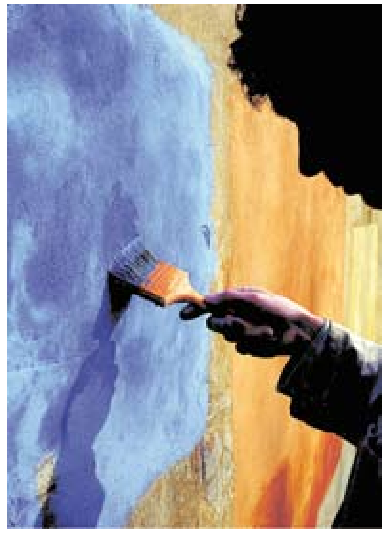
- le Blanc Arboricole, pour le traitement de fond des arbres.
- le Blanc d'Ecurie, pour l'assainissement des bâtiments d'élevage.

Prix :

- chaux en pâte en seau de 27kg : 38 € TTC
- badigeon 20 litres, compter autour des 90 € TTC

Mathieu Barrois, PDG d'ôkhra, Conservatoire des ocres, de la couleur et des pigments appliqués, Roussillon (Vaucluse) : « La formation et la transmission de savoir-faire forment le cœur de métier de la coopérative ôkhra.
Son centre de formation, entièrement dédié à la pratique et à l'usage des matières colorantes est un lieu de rencontre privilégié entre les amateurs et les professionnels, les praticiens novices et les experts. Ainsi, depuis 15 ans, plus de 8.000 stagiaires sont venus, revenus et repartis du Conservatoire. Les enduits, décors et badigeons de chaux sont les stages les plus demandés. En construction ou en réhabilitation, utiliser des produits sains, connaître les performances des matériaux, s'adapter à l'état du bâti, sont des préoccupations essentielles. Ces formations en atelier sont axées sur la pratique des matériaux naturels et des pigments minéraux.

Parmi les 18 stages consacrés aux différentes techniques à la chaux, le stage « la chaux pratiquée du mur brut à la finition » se tient tous les 2 mois. Cette année tous les mois, le samedi matin une initiation de 3 heures avec un artisan est programmée. »



Formation badigeon



Stuc de Mantoue



Le distributeur belge, PETER STEEN and CO a fait une fabrication spéciale de badigeons teintés par Pozzo Nuovo sur échantillonnage des architectes des bâtiments belges pour la restauration de la cathédrale de Gand en Belgique, monument du 13ème siècle : 10.000 m² de badigeon pour la première tranche…



Les enduits adaptés

Alors que les maçonneries en moellons assisés (cf dessin page 1) sont rejointoyées à la chaux, les murs montés en moellons tout venant (tuffeau, grès, silex…) reçoivent systématiquement un enduit. **Il joue un rôle technique de protection, d'étanchéité et est perméable à la vapeur d'eau.**

Les enduits anciens sont généralement composés de chaux et sables locaux. La chaux aérienne fait sa prise à l'air et la chaux hydraulique fait sa prise en présence d'eau. **Plus la pierre contient de l'argile, plus la chaux est hydraulique et imperméable.**

Généralement, en milieu rural, le calcaire local est cuit dans un four à chaux à proximité du chantier. **L'enduit ancien est donc bien adapté car il a une composition chimique très proche de son support.** Il a la souplesse nécessaire pour se déformer sans dégrader la pierre.

Réaliser un enduit

Pour éviter de dégrader la pierre, **un enduit ou un joint doit toujours être plus tendre que le tuffeau.** Il faut donc ôter les enduits au ciment et laisser le mur sécher au moins une saison. Cela permet l'évaporation des sels contenus dans la pierre derrière le ciment.

Sur les moellons de tuffeau, l'enduit doit être très « respirant ». On le réalise en dehors des périodes de gel à partir de chaux aérienne (CL) ou de chaux naturelle faiblement hydraulique (NHL 2). Les sacs de chaux avec l'indice «-Z» contiennent du ciment et sont à proscrire.

Un soubassement, même en pierre dure, doit être une zone où l'on favorise l'évacuation de l'humidité interne. À cause du *rejaillissement** en pied de mur et des remontées capillaires, **l'enduit aura une durée de vie plus réduite et nécessitera un entretien régulier.**

Pour un effet vieilli, l'enduit est souvent brossé. Sur une ancienne grange, un rejointoiement est suffisant mais l'enduit peut aussi être « à pierre vue » pour faire ressortir les plus gros éléments.

Repiquer l'ensemble des enduits pour avoir une façade en moellons est une erreur, en particulier sur les murs souvent montés à la terre.

Enduit et assèchement des maçonneries

Selon la qualité des enduits existants et l'état du mur en pierre, deux à trois couches sont nécessaires. Un sable avec une granulométrie de plus en plus fine vers l'extérieur fonctionne comme une pompe et favorise l'assèchement du mur.



Source: Francis Gouas Écorestauration

L'enduit brossé fait ressortir la diversité des grains de sable. Le brossage permet de vieillir prématurément l'enduit.

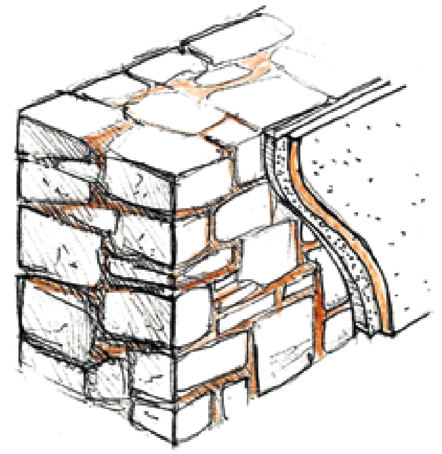


Source: Francis Gouas Écorestauration

L'enduit à pierre vue harmonise les différents éléments du mur, entre moellons et pierres de taille.



Ici, l'enduit couvrait initialement les moellons. Le rejointoiement n'est donc pas adapté puisqu'on retrouve les traces de piquage et la surépaisseur des pierres de taille de la chaîne d'angle.



Appareil de moellons tout venant enduits

PARC NATUREL RÉGIONAL LOIRE-ANJOU-TOURAINE

Un bâti en tuffeau pour aujourd'hui

Restauration du bâti ancien - n°4

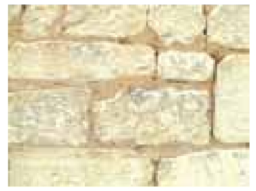
LE TUFFEAU & LES ENDUITS

Description du tuffeau

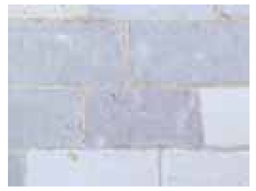
Le tuffeau est un calcaire crayeux riche en silice et très tendre à l'extraction possédant des proportions variables de quartz et de micas blanc. Cette roche se distingue par trois variétés sur le territoire :

• **le tuffeau blanc**, pierre d'œuvre la plus noble, est un calcaire à grain fin. La plupart des monuments et des demeures aristocratiques ont bénéficié de cette qualité de pierre.

• **le tuffeau jaune** est un calcaire sableux plus grossier. Appelé «millarge» dans le Chinonais, il était utilisé notamment dans l'habitat rural en Touraine.



• **le tuffeau gris**, de moins bonne qualité et plus sensible au gel, se distingue par une couleur bleutée. On le retrouve entre Saumur et Gennes.



De la carrière à la pierre d'œuvre

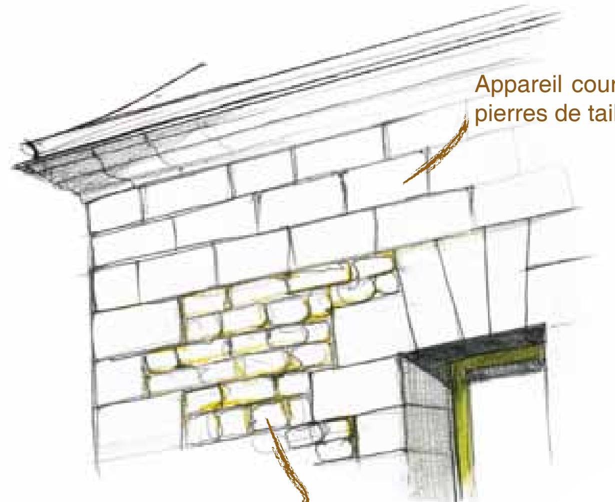
Lors de sa sortie de carrière, la roche est soumise à un changement de température, de pression et d'humidité. Le tuffeau, gris et tendre quand il est imprégné de son eau de carrière, durcit à l'air en séchant. La pierre change de teinte et connait une modification de son épiderme. Cette nouvelle surface protectrice est communément appelée **calcin**.

Mises en œuvre

En milieu rural, les murs sont souvent montés en moellons de tuffeau assisés ou enduits. L'utilisation du mortier permet d'assurer la répartition des charges.

Une maçonnerie bien construite se distingue par la lecture des assises successives et par un croisement des pierres en hauteur, largeur et profondeur. **Cet assemblage en lits de pierre successifs est appelé appareil.**

Quant aux pierres de taille, les dimensions sont rationalisées au XIXe siècle. Les blocs de tuffeau sont communément appelés parpaings, barraudes ou douelles.



LE TUFFEAU & LES ENDUITS

Ces préconisations sont données à titre indicatif.
Elles ne remplacent pas l'accompagnement d'un professionnel compétent.

ALTÉRATIONS...

Le tuffeau est une pierre tendre, fragile, poreuse. Il s'altère rapidement dès que les conditions sont défavorables. Les facteurs de dégradations sont nombreux :

Les facteurs internes de la pierre

Dans les bancs de tuffeau, on retrouve des silex communément appelés « chenards » et des éléments ferreux. Ces fragments peuvent provoquer une perte de cohésion dans la pierre.

Les faces d'une même pierre présentent des différences de températures importantes selon leurs expositions en façade. **Ces chocs thermiques finissent par fracturer la pierre de tuffeau** notamment en chaîne d'angle. Le lit de la pierre doit aussi être marqué par un trait à la sortie de carrière. **Si le maçon pose le tuffeau *en délit**, sa résistance à la compression est mauvaise et la pierre se fragmente.**



Les dégradations liées à l'eau

L'eau transporte un bon nombre d'agents chimiques, appelés sels solubles, pouvant réagir avec le tuffeau. Quand l'eau s'évapore du mur, les sels solubles se cristallisent vers la surface de la pierre. **L'action répétée des sels provoque des *desquamations** ou des alvéoles.**

Lorsqu'il est saturé en eau, le tuffeau perd 30 % de sa résistance à la compression. Soumise à des charges importantes, la pierre trempée se fracture. Enfin, en hiver, la pierre peut éclater par la répétition des cycles gel/dégel.



Les incompatibilités avec les autres matériaux

Le ciment : l'incompatibilité avec le ciment est rédhibitoire. Utilisé comme enduit, le ciment empêche le tuffeau de « respirer » et favorise l'éclatement de la pierre lors des jours de gel. **Utilisé comme joint, il stoppe les circulations d'eau dans les pierres voisines.**

Les autres pierres : lorsque le tuffeau est en contact avec une pierre plus dure, **la roche la plus tendre se dégrade plus rapidement à cause de la rétention d'eau.** C'est pourquoi au XIXe siècle, on retrouve une brique entre le tuffeau et les pierres froides du soubassement. La perméabilité de la brique favorise l'évaporation de l'eau et évite la stagnation de l'humidité dans le tuffeau.



L'action des organismes vivants

En milieu rural, les surfaces exposées aux pluies, au *rejaillissement** ou au ruissellement présentent des teintes variées dues à divers types d'algues ou de champignons. **Sur les *rondelis**, les éléments saillants et les façades ouest, on retrouve principalement des salissures noires.** En retenant l'humidité, ces lichens favorisent les dégradations liées à l'eau.



...INTERVENTIONS

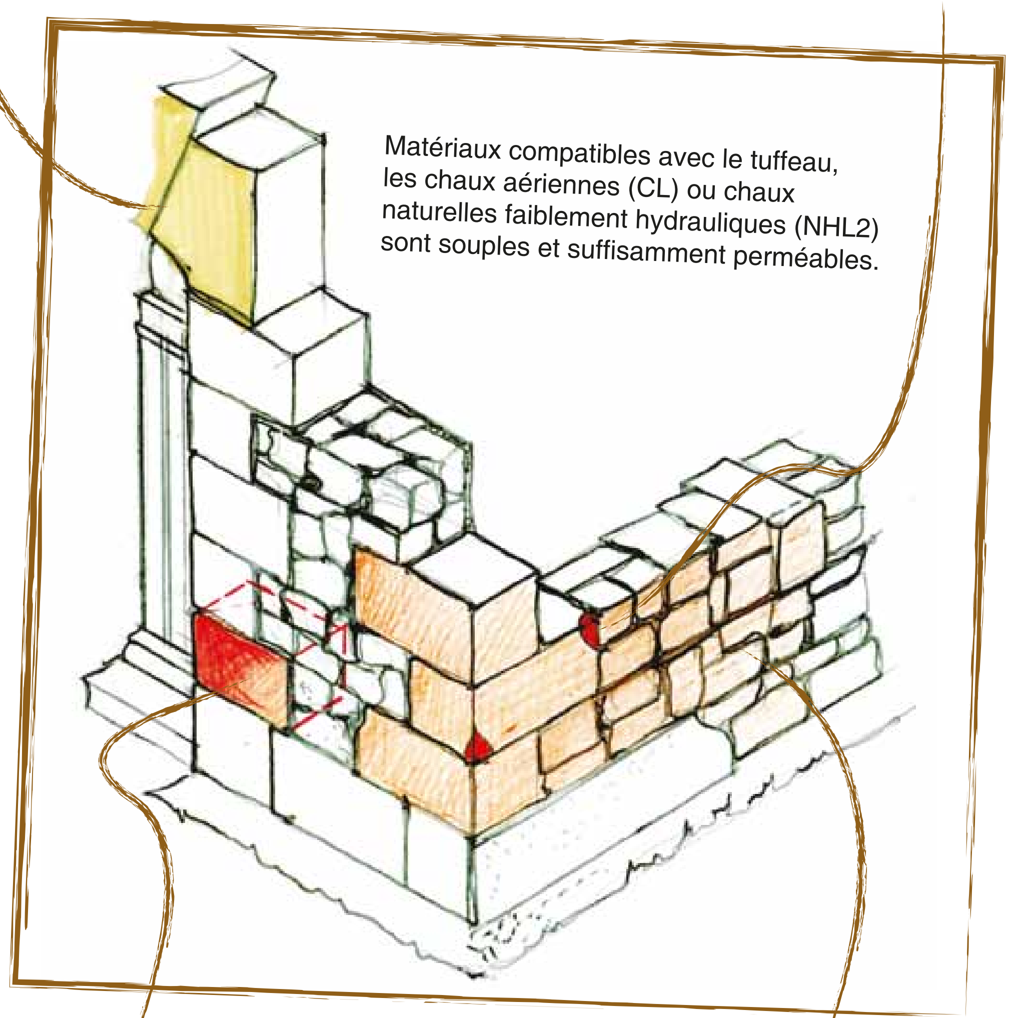
**voir lexique*

Nettoyage

Le nettoyage doit être le plus doux possible. Pour une pierre peu sale, **on pratique un arrosage à l'eau froide et un brossage doux à la brosse de chiendent.** Sur des salissures noires, on peut utiliser une projection d'eau sous faible pression. Toutes méthodes abrasives (brosses métalliques, *chemin de fer*...)* suppriment le calcin protecteur du tuffeau et nécessitent, en conséquence, de protéger l'épiderme de la pierre.

Réparation

La philosophie de l'intervention détermine la qualité de la restauration. En admettant que certaines pierres soient *épaufrées**, on valorise l'histoire du bâti. Mais la purge des parties dégradées est nécessaire. Les mortiers de *ragréage** préformulés sont souvent à éviter car ils sont trop étanches pour le tuffeau. **On privilégiera un mélange de sable, de poudre de tuffeau et de chaux aérienne pour boucher les aspérités**.



Remplacement

Quand la pierre est très abîmée, un placage de tuffeau est une solution économique mais peu pérenne. **Sur les murs en pierres de taille de faible épaisseur et sur les chaînes d'angles, il est indispensable de changer l'ensemble du bloc**. Lors du rejointoiement, il faut éviter les joints en retrait ou en saillie.

Dans une maçonnerie appareillée, les pierres neuves et anciennes doivent avoir les mêmes propriétés. L'emploi de patines harmonise ensuite les différences entre les tuffeaux. Par contre, **en remplacement d'un appui ou d'un seuil, l'emploi de pierres calcaires plus dures comme le Richemont est possible.**

Protection

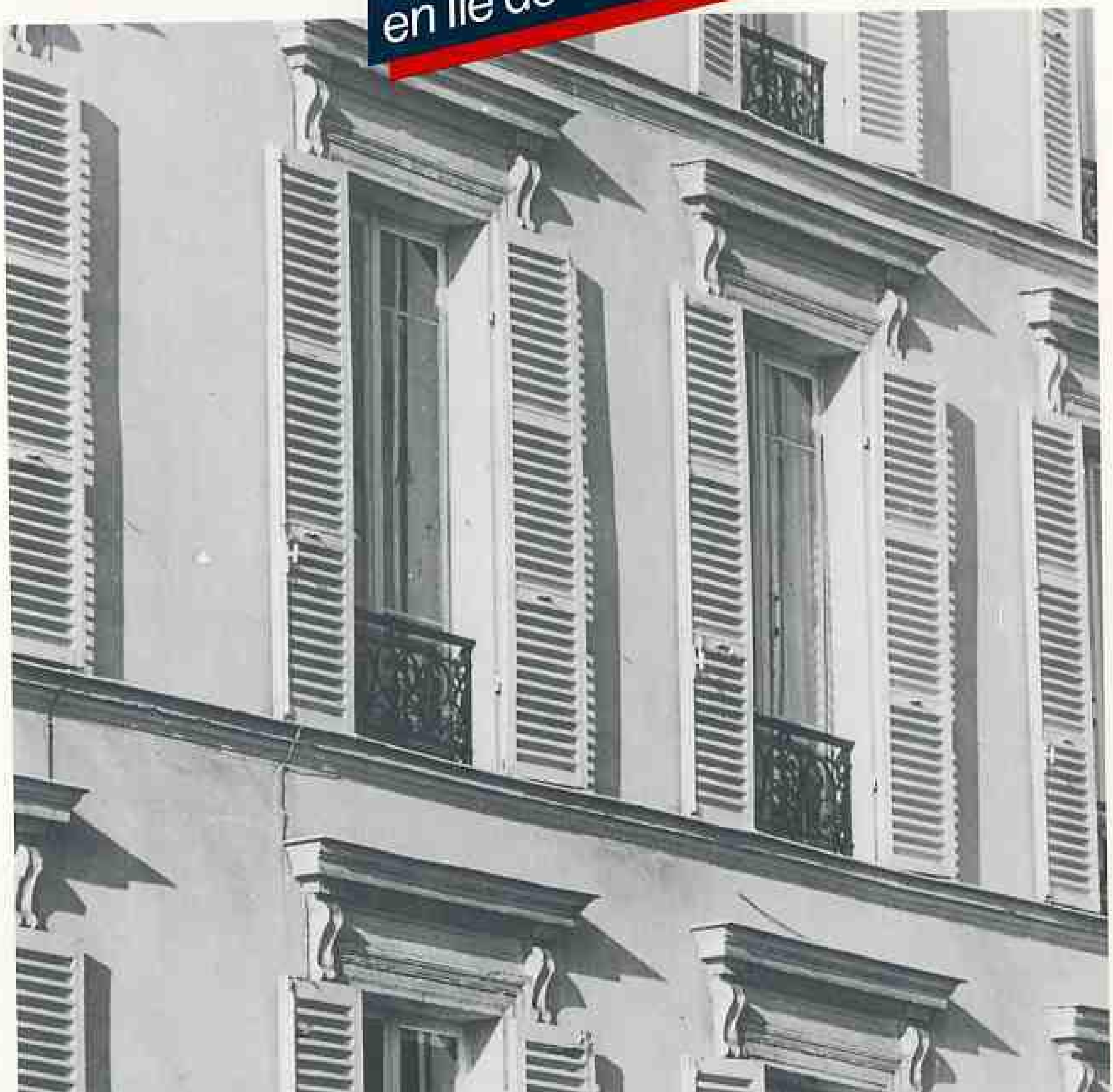
En fin de chantier, **un badigeon léger au lait de chaux renforce la cohésion des joints** mais il atténue les différentes teintes de la pierre. Les produits hydrofuges sont déconseillés pour des façades entières, surtout en cas de remontées capillaires. L'hydrofuge peut toutefois s'utiliser dans des cas précis : *rondelis** , bandeaux ou appuis…

On peut aussi protéger les pierres en saillie par une feuille de zinc ou de plomb. Sur les pierres sculptées à forte valeur patrimoniale, des produits reminéralisants existent pour restituer la cohésion initiale d'une pierre dégradée.

DEUX IMPÉRATIFS À RETENIR POUR RÉSOUDRE LES DÉGRADATIONS : L'ASSÈCHEMENT DES MAÇONNERIES ET L'UTILISATION DE MATÉRIAUX COMPATIBLES.

Les Enduits extérieurs Plâtre et Chaux

en Ile de France



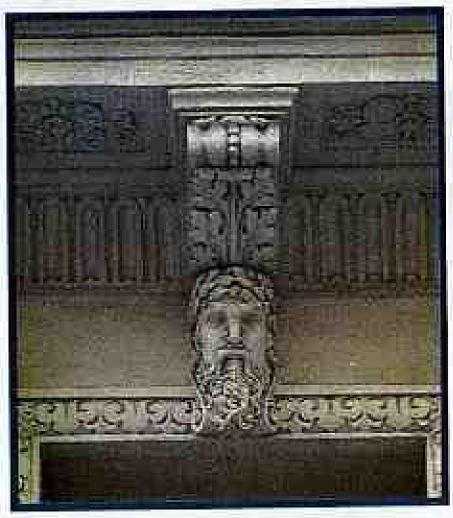
Préfecture
de la Région d'Ile-de-France

CAUE 78

Les Enduits extérieurs Plâtre et Chaux

"Il n'y a point de matière dont on puisse se servir plus utilement pour bâtir que le plâtre."

Règlements des Commmunautés des Arts et Métiers (1738).

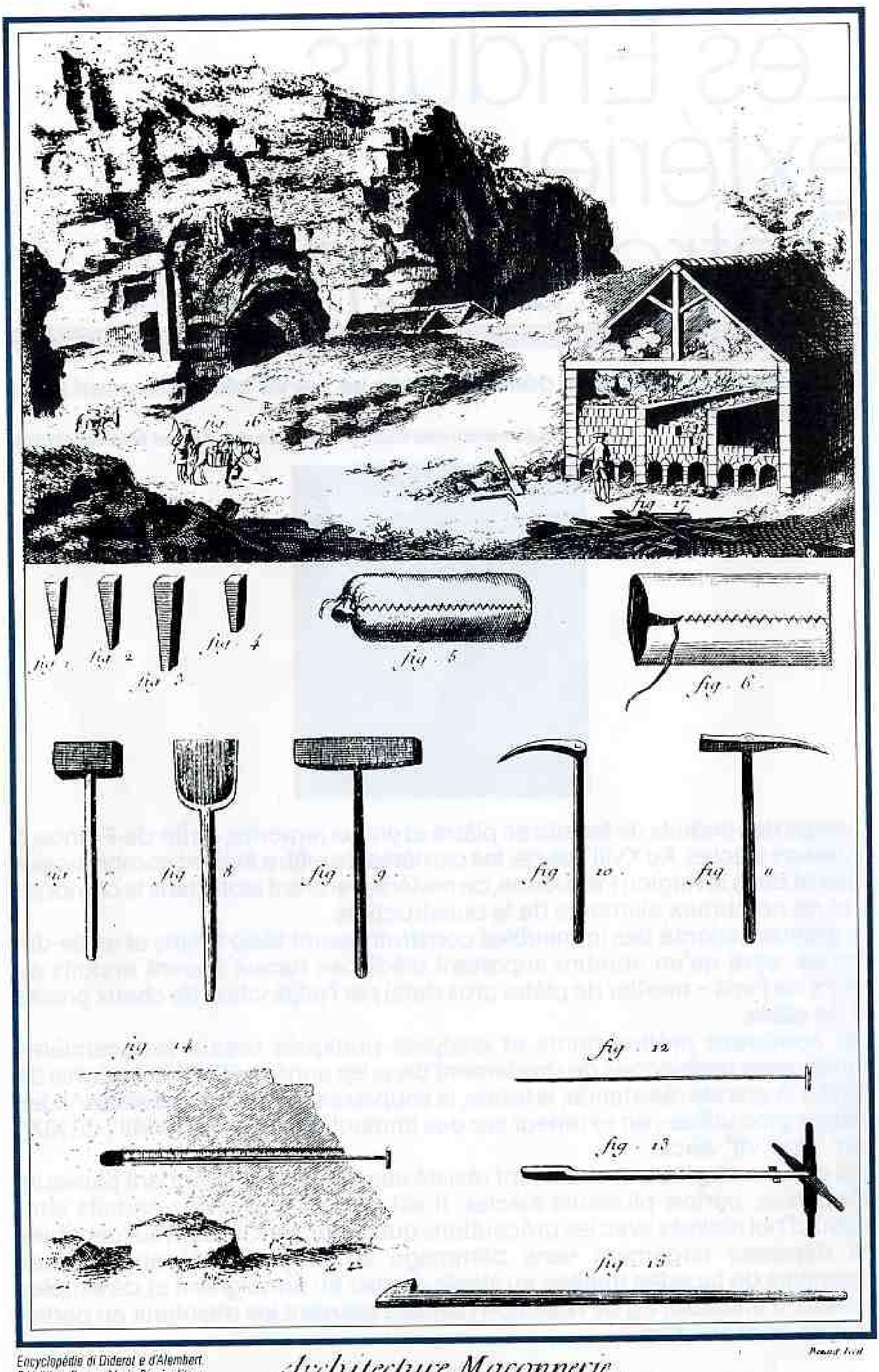


L'usage des enduits de façade en plâtre et chaux remonte, en Île-de-France, à plusieurs siècles. Au XVIIIe siècle, les carrières de plâtre étaient nombreuses à Paris et dans la Région Parisienne, ce matériau entrant alors dans la composition de nombreux éléments de la construction.

La grande majorité des immeubles construits avant 1850 à Paris et en Île-de-France, ainsi qu'un nombre important d'édifices ruraux étaient enduits au plâtre de Paris – mortier de plâtre gros durci par l'adjonction de chaux grasse et de sable.

Les nombreux prélèvements et analyses pratiqués depuis les premières campagnes parisiennes de ravalement dans les années 60-70 ont permis de vérifier la grande résistance, la tenue, la souplesse et l'aspect satisfaisant des plâtres gros utilisés en extérieur sur des immeubles datant du XVIIIe, du XIXe, voir du XVIIe siècle.

Les enduits au plâtre et chaux ont résisté aux intempéries pendant plusieurs décennies, parfois plusieurs siècles. Il est certain que si ces enduits sont aujourd'hui réalisés avec les précautions qui s'imposent, ils sont susceptibles de dépasser largement sans dommage la "longévité décennale". Les exemples de façades traitées au siècle dernier en témoignent et de simples travaux d'entretien ou de réfection partielle peuvent les maintenir en parfait état de conservation.



Architecture, Maçonnerie.

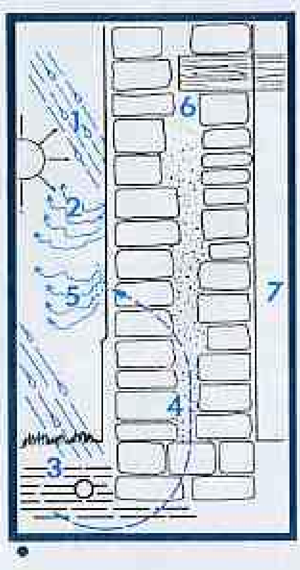
Carrier Platrier

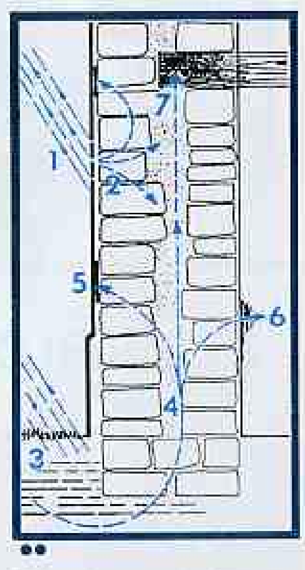
Encyclopédie di Diderot e d'Alembert.
Réédition, Franco Maria Ricci editore.

Pourquoi employer l'enduit plâtre et chaux

Les Murs Anciens sont le plus souvent constitués de moellons liés au mortier de chaux et sable, à l'argile, ou encore au plâtre. L'enduit appliqué sur ces maçonneries doit permettre l'évaporation rapide de la vapeur d'eau contenue dans ces murs et provenant, d'une part des remontées capillaires des eaux du sol, et d'autre part des condensations provoquées par l'occupation du bâtiment.
Imperméable, l'enduit doit protéger le mur sans constituer une barrière étanche et favoriser les échanges hygrométriques. Plastique, il doit également suivre, sans fissurer, les déformations faibles mais constantes observées sur les constructions anciennes. La bonne adhérence d'un enduit au support sur lequel il est appliqué dépend uniquement de la compatibilité entre le liant et le support : la pierre calcaire, la brique et le bois sont des supports alcalins qui, mouillés 24 h avant l'application, sont favorables à l'accrochage d'un enduit plâtre et chaux.
L'apparition au XIXe siècle des ciments artificiels et des chaux hydrauliques, communément appelées "chaux blanches", a provoqué l'abandon progressif de l'utilisation du plâtre et de la chaux pour la réalisation des enduits extérieurs. Cependant, trop raides, les enduits à base de ciment fissurent. Trop étanches, ils empêchent le mur de respirer. En retenant l'humidité ils peuvent être à l'origine d'importants désordres : fissures, cloquages, décollements par plaques, remontées d'humidité, pourrissement des bois en contact avec la maçonnerie, etc.
Aux dommages causés à la structure des bâtiments il faut ajouter, après plusieurs dizaines d'années d'emploi généralisé d'enduits à base de ciment et de chaux hydrauliques artificielles sur les bâtiments anciens, un enlaidissement et un appauvrissement considérables du patrimoine bâti français accentués par la disparition des ornements qui participaient à l'architecture (corniches, moulures, tableaux...).
L'application du Document Technique Unifié 26-1 (D.T.U. 26-1) qui traite des "travaux d'enduits aux mortiers de liants hydrauliques" et préconise la seule utilisation des ciments et chaux hydrauliques pour la réalisation des enduits, a été pour beaucoup dans la disparition de la pratique des enduits en plâtre et chaux. Cette prescription, applicable uniquement aux constructions neuves, a malheureusement été étendue aux travaux d'entretien sur les bâtiments anciens.

Aujourd'hui, la place prise par les travaux de réhabilitation et les problèmes spécifiques posés par ce type d'intervention font admettre, petit à petit, que les mêmes techniques ne sauraient être appliquées aveuglément à tous les types de bâtiments. Ainsi, un groupe de travail de la Commission Technique de la Chambre Syndicale des Entreprises de Maçonnerie et de Béton Armé de la Région Parisienne a-t-il récemment prescrit la réalisation d'enduits en mortier de plâtre gros et de chaux aérienne pour le ravalement des façades anciennes. Ce document précise que "cette technique reprenant des formules et des méthodes traditionnelles, ne relève pas de la procédure de l'avis technique (D.T.U. 26-1) mais fait partie des travaux relevant de la police de responsabilité décennale de l'entreprise".





● L'enduit plâtre et chaux : un régulateur d'humidité pour les maçonneries. Comme une peau, comme un cuir, l'enduit plâtre et chaux peut absorber l'humidité de l'atmosphère et la rendre par évaporation sitôt que les conditions s'y prêtent : ainsi on a pu dire que l'enduit plâtre laissait "respirer" les maçonneries.

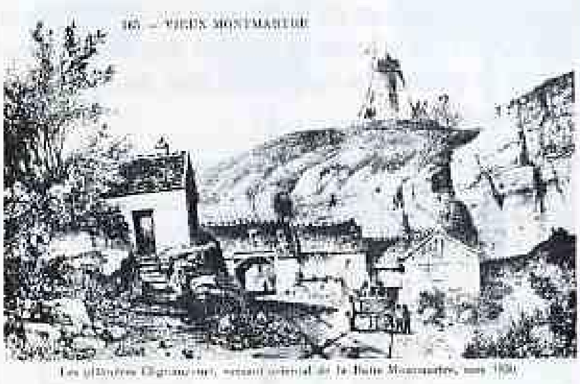
●● Au contraire les enduits à base de ciments constituent des revêtements imperméables. L'eau ou la vapeur d'eau contenue dans le mur ne peut s'en échapper et monte par gravité, entraînant des désordres au niveau des pièces de bois, ou des taches d'humidité.

Quels matériaux employer ?

Le Plâtre Gros

Le plâtre gros était obtenu jusqu'en 1920 par la combustion lente de la pierre de gypse grossièrement concassée, et du combustible (bois ou coke) dans des "fours à culées". Le plâtre gros qui tire son nom de sa mouture grossière, est utilisé pour les enduits extérieurs qui ne doivent jamais être réalisés au plâtre fin. En effet, le plâtre fin donne des enduits poreux, sensibles à l'humidité, qui, en faisant gonfler le plâtre contribue à sa désagrégation.

Aujourd'hui le plâtre gros est encore produit dans la Région Parisienne, notamment à Gagny et à Soisy-sous-Montmorency. Il convient d'utiliser uniquement du plâtre gros de construction (P.G.C.) conforme à la Norme NF B. 12.301, fabriqué sans aucun ajout. (Voir adresse des producteurs de plâtre gros en annexe).



La Chaux

Il est extrêmement important de bien faire la différence entre la **chaux aérienne**, (la seule qui puisse être utilisée mélangée au plâtre gros), et la **chaux hydraulique** artificielle (= "ciment") ou naturelle (= "petit ciment"). En effet, chaux et ciment s'obtiennent par la calcination de calcaires naturels. Mais, suivant la proportion des éléments qui s'ajoutent au carbonate de chaux dans la composition du calcaire, on obtient à la cuisson des produits dont les propriétés sont fondamentalement différentes :

- le ciment est le résultat de la carbonisation du calcaire en présence d'argile.
- la chaux hydraulique, ou "chaux blanche" est obtenue à partir de calcaires argileux.

Elle a les propriétés du ciment. C'est en fait un ciment riche en chaux, de couleur blanche qui, utilisé comme liant dans un enduit, enrobe les grains du sable sans que le lavage ou le brossage de l'enduit en surface puisse les laisser réapparaître. Ces chaux comme le ciment font leur prise en présence d'eau.Le ciment, ainsi que les chaux hydrauliques ne doivent pas être employés pour la confection des enduits au plâtre : les réactions chimiques (formation de sels) provoquées par la présence de ciment ou de chaux hydraulique dans le plâtre, entraînent la destruction de l'enduit.

La chaux aérienne est obtenue à partir de calcaires très purs. On la trouve sous forme de "chaux vive" ou de "chaux éteinte".

La chaux vive est vendue en morceaux ou en pâte prête à gâcher. Par extinction artisanale des morceaux de chaux vive quelques jours avant l'emploi on obtient la pâte à gâcher. La chaux en pâte vendue en sacs plastique garde ses propriétés. Son emploi aisé explique son succès dans le Midi de la France.

La chaux éteinte ou "chaux grasse". Elle est vendue en poudre ou "fleur de chaux" (hydratée en usine puis broyée). Cette chaux ou C.A.E.B. (Chaux Aérienne Éteinte pour le Bâtiment), est définie par une norme AFNOR (P 15-510). Deux autres normes (P 15-512 et 513) définissent ses propriétés.

La "fleur de chaux" perd ses qualités lorsqu'elle est éteinte trop longtemps avant d'être utilisée.

A la différence des ciments et chaux hydrauliques qui durcissent par réaction avec l'eau dans de courts délais, la chaux aérienne fait sa prise au contact du gaz carbonique de l'air, et ce, pendant un temps très long. On obtiendra avec la chaux aérienne des enduits très plastiques, qui deviennent de plus en plus résistants avec le temps, qui laissent "respirer" le mur et qui se dilate avec lui. Elle n'enrobe pas les grains de sable. Un brossage ou un lavage de l'enduit dans les 24 heures suivant l'application, dégagera le sable de la "laitance" superficielle pour donner à l'enduit la couleur du sable.

Le Sable

constitue en quelque sorte l'armature du mortier.

Sa présence est importante pour quatre raisons :

- obtenir un enduit résistant aux chocs et à l'abrasion,
- aider au durcissement de la chaux par carbonatation,
- abaisser le prix de revient par économie de liant,
- colorer l'enduit: la coloration est donnée par les grains fins (≤ 0,5 mm).

Il faut rejeter les sables argileux qui rendent la chaux hydraulique et qui par là ont une action néfaste sur le plâtre, ainsi que les sables marins insuffisamment lavés et dont les sels provoqueront des efflorescences.

Il faut donc choisir un sable siliceux ou silico-calcaire bien lavé et exempt de sels solubles ou alcalins. On reconnaît un bon sable s'il crisse en le serrant dans la main et s'il s'écoule sans laisser de traces dans la paume de la main. Le sable de Seine bien lavé convient parfaitement à ce type d'enduit.

Le sable choisi doit présenter une bonne répartition des grains de 0,08 à 0,3 mm.

Il devra être composé au moins pour 1/3 de grains fins (< 0,5 mm) et on limitera la présence de "fines" (de 0,1 à 0,08 mm). On pourra faire varier l'aspect de l'enduit en jouant sur la proportion de grains de sable de différentes grosseurs. Il est recommandé de prévoir un approvisionnement unique en sable pour réaliser une façade entière, afin d'éviter les différences de tonalités et de texture dans les surfaces traitées et dans les reprises.

L'Eau de Gâchage

Un soin tout particulier doit être accordé à la proportion d'eau de gâchage **qui peut constituer une cause fréquente des désordres constatés dans les enduits plâtre et chaux.** Il faut obtenir une plasticité convenable avec le minimum d'eau. Ne pas oublier de tenir compte de l'humidité du sable.

Dans les préparations prêtes à l'emploi, le mélange plâtre, chaux et sable doit être gâché **sec,** c'est-à-dire que le mortier doit être ferme et non fluide. La proportion d'eau est indiquée dans la formule de composition.

On peut, si l'on choisit de réaliser l'enduit en plusieurs passes, avoir un gobetis fluide en couche d'accrochage.



La Formule de Base

La formule de composition la plus couramment utilisée est la suivante :

Trois volumes de plâtre gros.
Deux volumes de sable.
Un volume de chaux aérienne.
Un volume et demi d'eau de gâchage.

Ces dosages exprimés en poids correspondent à 40 kg de plâtre (1 sac), 6 kg de chaux, 30 kg de sable sec, et 25 litres d'eau.
Ce mélange existe aujourd'hui tout préparé, vendu en sacs M.P.C. (Mortier, Plâtre et Chaux) Enduit du Marais. (Produit par BAT'EXPRESS.) L'utilisation du mortier en sacs augmente sans doute le coût d'achat des matériaux mais garantit un mélange homogène et régulier.
On peut faire varier la composition de cette formule de base en augmentant la proportion de chaux par rapport à celle du plâtre, avec l'inconvénient d'une mise en œuvre plus difficile pour obtenir des mortiers plus souples, en cas de nécessité, selon le support. On peut augmenter la proportion de sable pour la couche de finition selon la qualité et l'aspect souhaités.
En inversant par exemple la proportion plâtre et sable on obtiendra une diminution du retrait qui interviendra pour une bonne part dans l'absence de fissures de l'enduit et une plus grande résistance aux chocs.



La Mise en Œuvre

Examen préalable

Il est primordial d'étudier pour y porter remède toutes les possibilités de pénétration de l'eau dans le mur. Un drainage au pied de façade est souvent indispensable en milieu rural.
Il est essentiel, pour obtenir le résultat souhaité, d'effectuer un diagnostic très sérieux. Le support doit être examiné attentivement, la bonne tenue des mortiers internes doit être vérifiée, des coulis sont parfois nécessaires pour régénérer les maçonneries anciennes dont les mortiers deviennent pulvérulents.

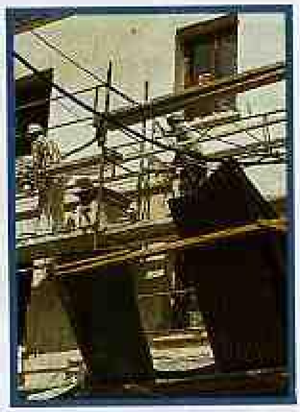
Préparation du Support

Le support de l'application de l'enduit, c'est-à-dire généralement un mur de moellon comportant ou non des pièces de bois (linteaux, pan de bois...), doit être débarrassé de toute partie non adhérente de l'ancien enduit. Les joints entre les moellons seront éventuellement affouillés, le tout étant alors passé à la brosse métallique, lavé et humidifié en surface, 24 heures avant l'application.
C'est uniquement dans le cas d'un mur composé de matériaux hétérogènes (ou d'un pan de bois destiné à être recouvert par l'enduit), qu'un grillage galvanisé ou céramique sera mis en place. Il ne faut pas oublier que le grillage n'apportera rien à la capacité d'adhérence du mortier ; il évitera seulement les fissures à la jonction des éléments de natures différentes qui composent le support. Un grillage recouvrant la totalité de la surface à enduire peut être à l'origine de fissurations ou de faïençages, en constituant avec le mortier une chape armée dont les mouvements ne suivront pas ceux du support ancien.

Réalisation de l'Enduit

La façade à enduire doit être protégée du soleil et de la pluie battante par des bâches (éviter surtout les feuilles de plastique transparentes qui accentuent l'effet des rayons solaires). L'enduit ne doit pas être exécuté sur des supports dont la température de surface est inférieure à + 5°C.





Les travaux préparatoires : linteaux, tableaux, corniches, bandeaux, pourront être réalisés avec le même mélange plâtre-chaux-sable, qui sera utilisé pour l'enduit proprement dit. Une plus forte proportion de sable donnera toutefois une plus grande résistance aux intempéries aux éléments saillants de l'architecture.
La mise en place de l'enduit s'effectue en plusieurs passes successives, suffisamment rapprochées dans le temps pour constituer une seule couche. La rapidité d'application de cet enduit constitue une économie non négligeable.
Si la première passe peut présenter l'aspect d'un gobetis fluide, la seconde doit être d'un mélange très ferme bien serrée au bouclier de bois.
En compactant la structure de l'enduit, la laitance vient en surface. **Attention à la mise en œuvre :** Une trop grande quantité de laitance pure fissurera en séchant. La finition doit se faire coupée en diagonale, en deux passes croisées. L'enduit doit être brossé ou gratté dans les 24 heures suivant l'application pour dégager les grains de sable de la laitance superficielle.
En raison de l'irrégularité de la surface du support, l'épaisseur de l'enduit sur une même façade pourra varier sensiblement d'un point à un autre, par exemple en certains endroits l'épaisseur atteindra 3 cm, en d'autres 8 cm ou plus.
L'enduit devient de plus en plus dur avec le temps. Une carbonatation en surface forme, trois semaines après l'application, une sorte de calcin insoluble qui rend progressivement l'enduit imperméable.
L'enduit ainsi appliqué séchera pendant toute une année.

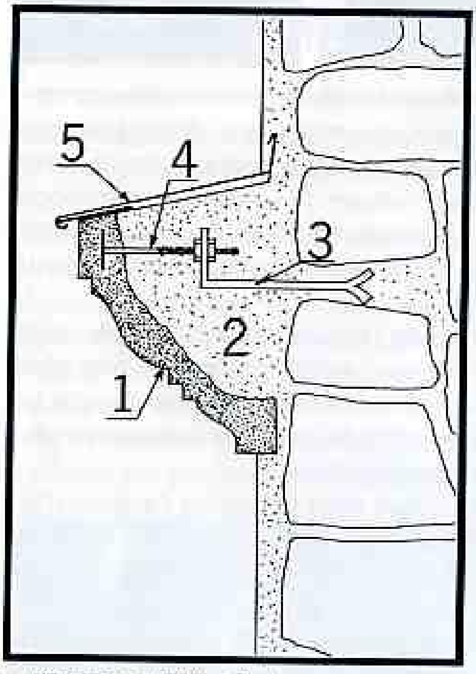
Reprise d'un Enduit Existant

Il arrive fréquemment que des reprises partielles d'un enduit existant soient plus économiques qu'une reprise totale de la façade, en particulier lorsque celle-ci, très décorée de moulures et de refends, n'est que partiellement dégradée.
Le nettoyage de la façade doit être soigné, accompagné, si besoin est, d'un décapage complet des anciennes peintures. Toutes les parties non adhérentes sont à éliminer jusqu'au support. Elles seront refaites au plâtre serré, en utilisant la mise en œuvre décrite plus haut. L'enduit repris sera peint ou badigeonné (voir entretien des façades).

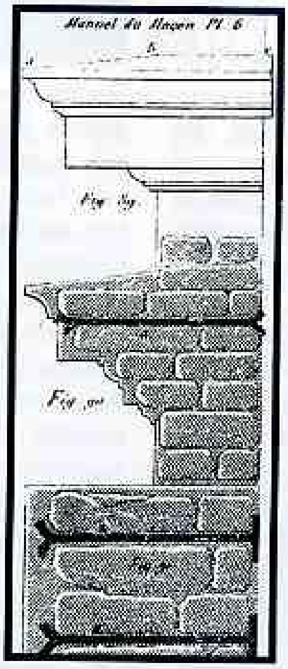
Remarques Complémentaires

Il est primordial d'éviter toute possibilité de pénétration de l'eau dans l'enduit ou toute projection d'eau trop importante. Ainsi, le dessus de toute saillie (corniche, bandeaux, moulure) sera impérativement revêtu de zinc, de cuivre plombé, de plomb...
Afin de les protéger des rejaillissements d'eau au niveau du sol, les soubassements des bâtiments seront réalisés en mortier fortement dosé en sable (mortier bâtard ou mortier de chaux hydraulique naturelle). Les soubassements en pierre, ou placage de pierre seront conservés apparents.
Ne jamais employer d'accélérateurs de prise: les réactions chimiques imprévisibles peuvent provoquer d'importants désordres.

Les Corniches



1 - Profil préfabriqué (Staff ou Stuc).
2 - Remplissage plâtre gros.
3 - Cornière galvanisée (ou inox) perforée, scellée dans le mur.
4 - Tige filetée galvanisée (ou inox), scellée dans le profil et destinée à être boulonnée sur la cornière.
5 - Recouvrement de bandeau en zinc.

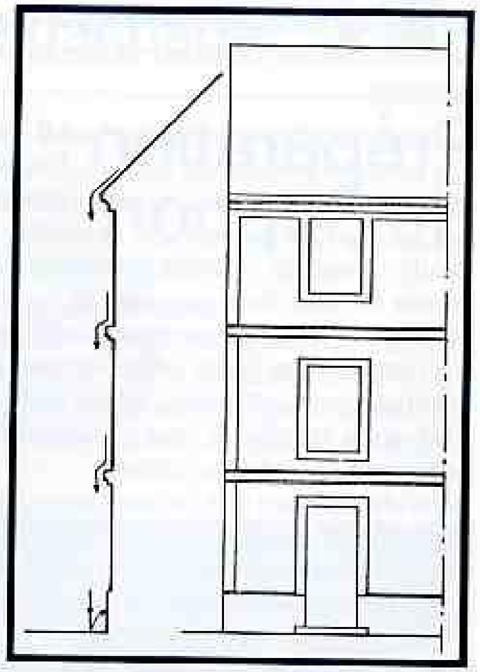


Encyclopédie Roret.

M. Toussaint et M.-D. Magnier.

Maçon, couvreur, paveur, carreleur.

Léonce Laget, éditeur.



Le décor des façades en plâtre n'obéit pas, à l'origine, à des raisons esthétiques mais bien pratiques.
En effet, les corniches et les larmiers ont bien pour fonction d'éloigner l'eau de pluie des façades.
Le soubassement, traité différemment par rapport au reste de la façade, doit protéger le mur des rejaillissements de l'eau au niveau du sol.

Adresses Utiles

- **Chaux de Boran** (chaux aérienne)
  26, rue des Cordelières. 75013 Paris.
  Tél. : (1) 707 75 19.
- **Plâtres Lafarge** (plâtre gros)
  25, rue des Bas-Pays. 93230 Romainville.
  Tél. : (1) 845 89 34.
- **Bât Express** (mortier M.P.C.)
  2 bis, île St-Julien. 94388 Bonneuil sur Marne.
  Tél. : (1) 377 25 50.
- **Chambre syndicale des entreprises de maçonnerie et béton armé de la région parisienne** Tél. : (1) 574 99 42.
  10, rue du Débarcadère. 75852 Paris Cedex 17.
- **C.A.U.E. 77** (Cl. Bouvard) Tél. : (6) 404 30 62.
  44, rue du 24-Août. Manoir des Oiseaux.
  77163 Mortcerf.
- **C.A.U.E. 78** (H. Bonnemazou) Tél. (3) 953 38 04.
  11, rue des Réservoirs. 78000 Versailles.
- **C.A.U.E. 94** (F. Chauveau) Tél. : (1) 207 94 36.
  23 bis, rue des Maiches. 94000 Créteil.

Coloration des Façades

Coloration dans la Masse de l'Enduit

Si la couleur du sable employé est jugée trop claire, une coloration plus soutenue sera obtenue, par la présence, dans le mélange, d'une faible quantité d'oxydes métalliques naturels (fer, cuivre...), de terres de Sienne, ou de petites quantités de sablon très coloré. La présence dans le mortier de brique, de tuile, ou d'ardoise pilées, le rendra plus hydraulique tout en le colorant.

Il ne faut pas oublier que plus l'enduit est lisse et plus il doit être foncé ; en effet, la lumière sera réfléchie par la surface, et les ombres créées par les reliefs seront atténuées.

Afin d'acquérir une couleur homogène d'enduit, il faut prévoir un approvisionnement unique en sable pour une même façade. Pour obtenir des reprises non visibles, on doit mélanger la totalité du sable et de la chaux nécessaire pour une façade, et tamiser la totalité du mélange.

Peintures

Les enduits épais nécessitent un séchage long (de 6 mois à 1 an). C'est alors seulement que l'on pourra appliquer peintures ou badigeons. Les seules peintures acceptables sont celles à base de pliolite qui laissent le mur respirer. Cependant, elles forment parfois en surface un film trop raide qui ne suit pas toujours les mouvements de l'enduit plâtre et de son support. Des fissures peuvent alors apparaître. Des essais ont été pratiqués avec succès en diluant certaines peintures à la pliolite au lait de chaux (chaux grasse), mais d'une manière générale l'application de peintures sur les enduits au plâtre n'est pas recommandée. Les enduits neufs seront toujours teintés dans la masse ou badigeonnés pour obtenir un ton soutenu.

Badigeons

Les badigeons parfaitement appropriés aux enduits au plâtre se présentent sous deux aspects :

Les laits de chaux qui sont appliqués au rouleau, au pinceau ou par pulvérisation au pistolet ou à la sulfateuse sur enduits neufs ou parfaitement nettoyés et de couleur homogène.

Très transparents, ils ne seront pratiqués que sur un mur entièrement traité.

Ils permettent d'obtenir des couleurs "aquarellées", transparentes, en superposant trois couches de teintes différentes sur un fond clair uniforme. Ils sèchent très vite et doivent être appliqués sur l'enduit humide ou humidifié.

On les teinte avec des terres naturelles (terres de Sienne), des oxydes métalliques ou des silicates (BAYER ou KLEIN et ROBINET).

On les fixe par adjonction d'une petite quantité de sels d'alun (1 poignée pour 10 l) d'huile de lin (7 %), ou d'alcool polyvinylique (RODOVIOL ou CICALATEX 2 %).

On peut également pulvériser une solution d'eau additionnée de fixatif (DISBON ou HYPLAR) dans la proportion de 1 volume de fixatif pour 8 volumes d'eau sur le badigeon sec.

Le résultat obtenu est sensiblement le même lorsqu'on emploie la chaux aérienne en pâte ou en poudre ou la chaux hydraulique naturelle (XHN 15.310).

Leur emploi très facile nécessite toutefois de nombreux essais de coloration. Ils sont le plus souvent employés dans la proportion de 1 volume de chaux pour 1 à 2 volumes d'eau.

Les badigeons épais appliqués au pinceau ou au rouleau selon l'opacité recherchée sont utilisés dans le cas des réfections laissant apparaître les reprises d'enduits.

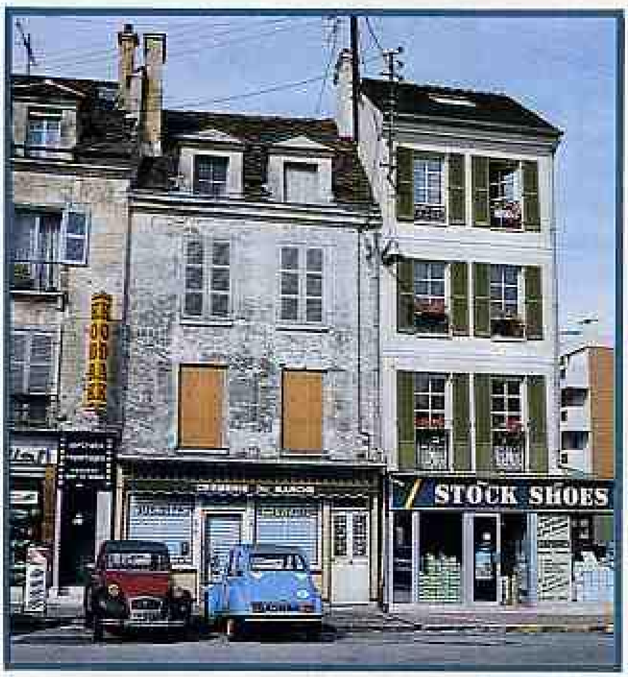
Teintés au sable fin très coloré, ils seront employés seuls en une ou deux couches ou en support pour les couches de lait de chaux coloré.

Employés seuls, on peut augmenter leur coloration par adjonction de pigments et les fixer comme les laits de chaux.

Ne jamais oublier que les fixatifs rendent les couleurs plus vives. Il est fortement conseillé de pratiquer les essais avec le fixatif retenu.

1 Un immeuble de ville

6, place du Marché, 77-Meaux. **Eté 1981.**







Maître d'ouvrage
Propriétaire.

Maître d'œuvre
M. Drevet, agréé en architecture,
6, rue de Révilly-Chambry.

Entreprise
Michel Furling, 22, chemin de Rezel,
77910 Germigny-l'Évêque.
Nicolas Priore, 19, rue du Cheval-Blanc,
77410 Villeroy.

Qualité du support
Moellons liés au plâtre.

Enduit employé
Plâtre à projeter, chaux de boran.

Mise en œuvre
A la machine à projeter le plâtre, en une seule passe en continu, dans la même épaisseur.

Composition
14 volumes de plâtre.
4 volumes de chaux grasse.
2 volumes de sablon.
10 grammes d'ocre jaune.
2 grammes de terre de Sienne naturelle.
1 gramme de terre de Kassel.

Coloration
Ocre cassé.

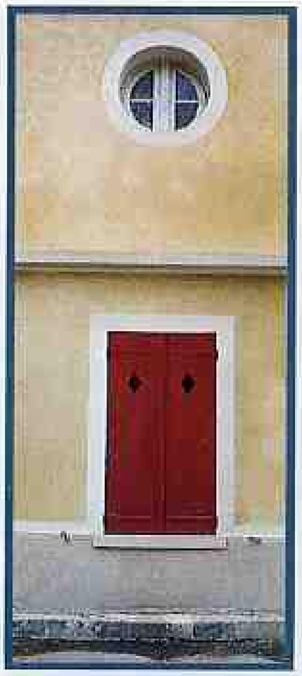
Finition
Lissé et coupé au berthelet.

Observations
Listels et larmiers.
14 volumes de plâtre.
4 volumes de chaux grasse.
2 volumes de sablon.
2 volumes de charbon de bois finement pilé.
Linteaux en bois.
L'enduit est accroché au moyen de clous galvanisés qui se plient pour suivre les mouvements éventuels du bois.

2 Un immeuble de ville ancien

28, place du Marché, 77-Meaux. **Juin 1984.**







Maître d'ouvrage
La ville de Meaux.

Maître d'œuvre
Patrick Mavré, architecte de la ville.

Qualité du support
Moellons

Mise en œuvre
Gobetis.
Enduit de finition.

Composition de l'enduit
- 40 kg de plâtre gros.
- 5 l de sable.
- 5 l de chaux aérienne.
- 30 l d'eau.

Coloration
Pour 30 l d'eau :
480 g d'ocre jaune + 170 g de terre de Sienne.

Finition
Grattée.

Observations
Certaines parties du décor (corniches – larmiers...) ont pu être restaurées. Certaines ont été " préfabriquées " en Staff et fixées sur la façade.
L'immeuble, avant sa restauration, présentait un état de délabrement proche de la ruine. Tout a été restauré ou refait à l'identique.

Prix au m²
Non communiqué.

Observations
Bonne tenue sur support ancien comportant du plâtre, à condition de piocher entièrement l'ancien plâtre.

3 Une maison de village avec une boutique

Maison du Parc Naturel de la Haute Vallée de Chevreuse, 78. **Septembre 1984.**







Maître d'ouvrage
Mairie de Dampierre.

Maître d'œuvre
Claude Bouvart.

Entreprise
Réalisé par les employés communaux.

Qualité du support
Moellons.

Enduit employé
M.P.C. du Marais (Bât. Express).

Mise en œuvre
Gobetis au dégrossi.
Réalisation de l'enduit de finition : surfaces planes et bandes en relief.
Réalisation des tapisseries colorées et des soubassements.

Composition
Surfaces planes et bandes :
Mortier, plâtre et chaux (Bât. Express).
3 volumes de plâtre gros.
1 volume de chaux aérienne.
2 volumes de sable.

Soubassements :
Mortier PROCALIT de Weber et Broutin N° 527 mélangé par moitié avec le mortier N° 530 de la même marque.

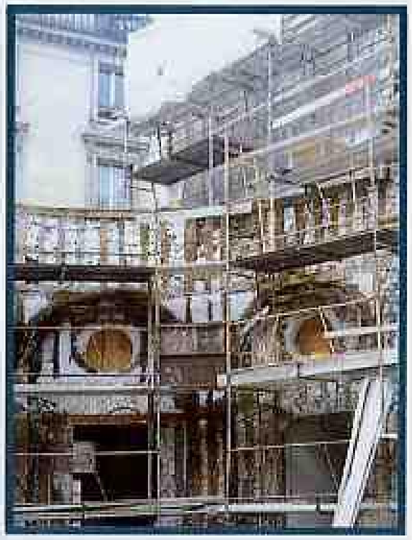
Coloration
Tapisseries sur rue principale : mortier, plâtre et chaux. Teinté : pour 10 litres d'eau, ajouter 1 kg de terre de Sienne naturelle + 50 g d'ocre rouge.
Tapisseries sur façade latérale (couleur rose) : mortier, plâtre et chaux. Pour 10 litres d'eau, ajouter 200 g d'ocre rouge et 30 g d'ocre jaune.

Finition
Grattée.

4 Un hôtel particulier à Paris (structure bois)

78, rue de l'Université, 75007 Paris. **Mars à septembre 1984.**











Maître d'ouvrage
A. G. P. Vie.

Maître d'œuvre
Francis Chiron, 77, rue de Vaugirard, 75007 Paris.

Entreprise
S.I.R.C., 50, rue Racine, Montreuil.

Qualité du support
Pans de bois et moellons.

Enduit employé
M.P.C. du Marais (Bât. Express).

Mise en œuvre
Gobetis au dégrossi.
Enduit de finition.

Coloration
Teinte naturelle.

Finition
Grattée.

Prix au m^2
300 F H.T. (1983).

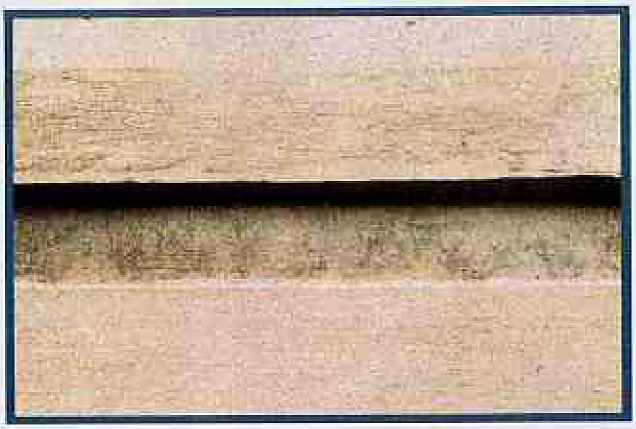
Observations
Exemple de la très haute qualité obtenue par un enduit plâtre. Toutes les corniches ont été refaites.

5 Une reprise de façade sur vieux plâtre XVIIIe

27, rue Aubry-le-Boucher, 75004 Paris. **Mai 1981**







Maître d'ouvrage
Propriétaire.

Maître d'œuvre
Pascal Laloy, architecte D.P.L.G., Desccma.

Qualité du support
Plâtre cuit au charbon de bois sur façade à ossature bois. Pas de sable pour permettre le tirage des moulures au calibre, refends nombreux.
Cas de reprise d'un enduit très ancien (XVIIIe siècle).

Enduit employé
Plâtre gros et chaux sans sable.

Mise en œuvre
Ouverture des fissures.
Pose de grillage céramique sur le pan de bois..
Bouchage des fissures avec enduit.

Composition
40 kg de plâtre gros (plâtre à maçon).
6 kg de chaux éteinte.

Coloration
Blanc.

Finition
Peinture: 1 couche d'impression, 2 couches de peinture pliolite.

Prix au m^2
105 F le m^2 plus 46 F le m^2 (peinture). (mai 1981)

Observation
Pas de garantie décennale pour la peinture sur plâtre dans le cas d'une façade à ossature bois, à moins de réaliser un marouflage à toile de fibre de verre sur la façade reprise, ce qui a pour inconvénient de masquer les moulurations.

6 Une maison rurale dans un village

23, rue Paul-Doumer, Périgny-sur-Yerres, 94. 1980.







Maître d'ouvrage
Madame Milajevic.

Maître d'œuvre
Jambry Milajevic.

Qualité du support
Support hétérogène : murs en meulière hourdée en chaux de terre avec vieux enduits plâtre et chaux. Enduits en ciment sur les parties neuves en parpaings hourdes au ciment.

Enduit employé
Plâtre et chaux (de boran) plus sable.

Mise en œuvre
Repiquage des vieux enduits pour dégager la meulière. Repiquage à la boucharde des enduits de ciment. Pose d'un grillage entre les enduits de différentes natures. L'enduit est jeté à la truelle en une passe, pour les renformis ou surépaisseur, passage d'une première passe préalable, épaisseur 15 à 20 mm en tout.

Composition
30 kg de plâtre grossier (plâtre à bâtir) Lambert.
6 à 8 kg de chaux naturelle de boran.
40 kg de sable de rivière lavé.

Coloration
Blanc cassé, coloration naturelle par le sable.

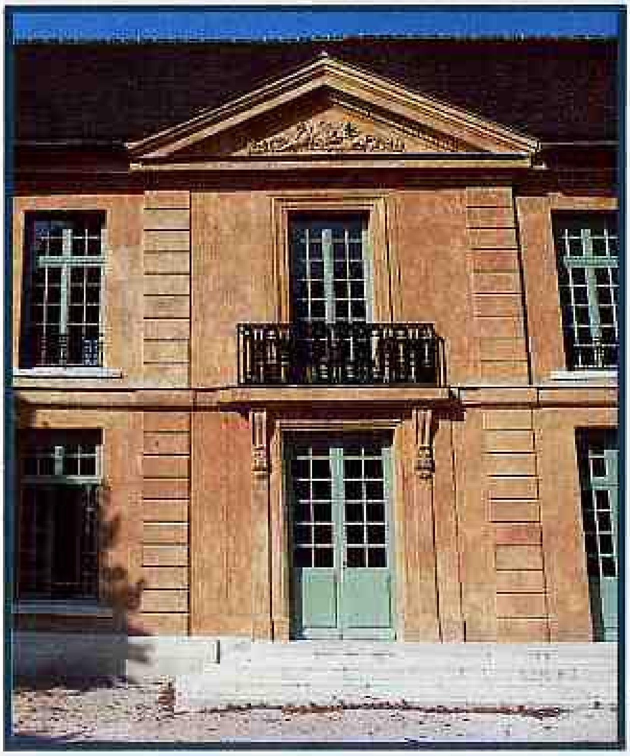
Finition
Une fois jeté, l'enduit est pressé à la truelle ou à la taloche. Lorsqu'il fait prise, il est gratté avec la tranche de la truelle.

Prix au m^2
Non communiqué.

Observations
L'enduit doit avoir une composition rigoureusement constante, notamment la quantité de sable, pour obtenir une teinte uniforme.

7 Un badigeon très teinté

Château de Haute de Maison, 94370 Sucy-en- Brie. **Juillet 1981.**







Maître d'ouvrage
Mairie.

Maître d'œuvre
Jambry Milajevic.

Entreprise
MPR 78410 Aubergenville.

Qualité du support
Murs en meulière hourdes en chaux et terre avec vieux enduits en plâtre en bon état de conservation et ne nécessitant que des reprises partielles.

Enduit employé
Badigeon de chaux à l'ancienne.

Mise en œuvre
Applications à la grosse brosse de peintre, du badigeon en plusieurs couches (lait de chaux plus colorant naturel).

Composition
1re couche : blanc (chaux sans colorant) pour uniformiser la surface.
2e couche : chaux et ocre rouge.
3e couche : chaux et ocre jaune.

Coloration
Rouge-orange soutenu. Attention : couleur obtenue avant la 3e couche.

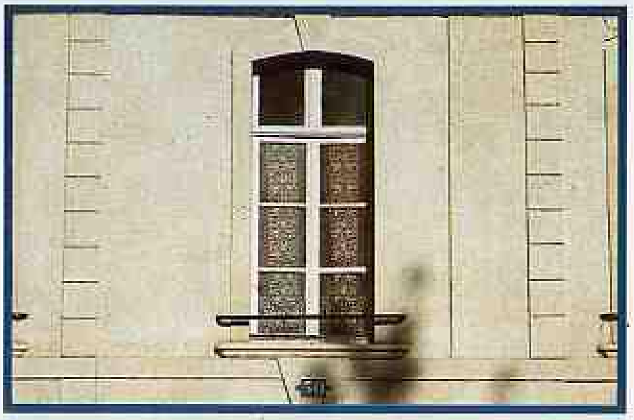
Prix au m^2
30 à 40 F le m^2 pour le badigeon seul (juillet 1981).

Observations
Colorants d'artistes peintres (achetés chez Estève, fournisseur pour artistes peintres).
Badigeons préférés à l'emploi de peintures à la pliolite, conseillée habituellement sur support alcalin et dont les résultats sont très inégaux. Ici très bon exemple à suivre et à observer pendant quelques années.
Encore à l'état expérimental.

8 Un petit hôtel particulier

Rue Jean-le-Coz, 92 Rueil-Malmaison. **Août 1984.**







Maître d'ouvrage
Syndicat des Copropriétaires.

Entreprise
Entreprise NEVES, 4, rue Morand, 93400 St-Ouen.

Qualité du support
Moellons.

Enduit employé
Mortier, plâtre et chaux.

Mise en œuvre
Gobetis (dégrossi).
Enduit de finition.

Composition
Plâtre gros (Lafarge) : 3 volumes.
Chaux aérienne (Chaubor) : 1 volume.
Sable de Seine : 2 volumes.

Coloration
Naturelle.

Finition
Coupée et grattée.

Prix au m^2
Non communiqué.

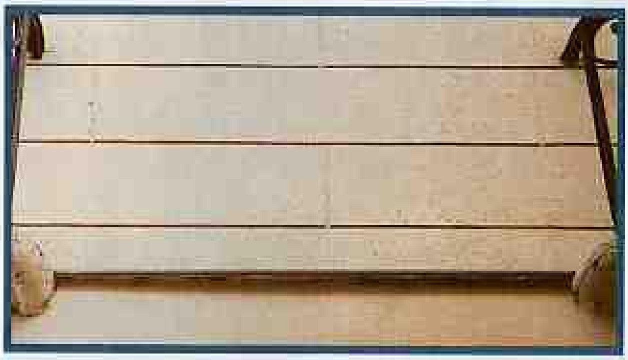
Observations
Travaux réalisés dans le cadre de la campagne de ravalement des façades du Centre Ancien par la Municipalité de Rueil-Malmaison.

9 Un immeuble de ville classique

19, rue de la Paroisse, 78000 Versailles. **Septembre 1980.**







Maître d'ouvrage
Propriétaire.

Maître d'œuvre
Non communiqué.

Entreprise
Métrailler, 138, rue Rémont, 78000 Versailles.

Qualité du support
Moellons de meulière montés au plâtre ou à la chaux.

Enduit employé
Plâtre et chaux colorés.

Mise en œuvre
Sur façade parfaitement décapée :
Gobetis : application à la truelle (jeté clair).
Corps d'enduit : application à la truelle et bouclier, 4 à 5 cm.
Finition : coupage au berthelet presque immédiat.

Composition
Corps d'enduit :
1 sac de plâtre gros, 5 à 6 kg de fleur de chaux.
Pigments en poudre (minéraux) et le moins possible d'eau.

Coloration
Colorant. Attention au dosage pour la couleur. En effet, si le plâtre employé contient des ajouts, risque de marbrures.

Finition
Plâtre coupé, entablement moulure, chaînes d'angles décollées, joints en creux sur l'ensemble de la façade.

Prix au m^2
550 F H.T. compris échafaudage (≃ 100 F pour l'échafaudage). (Septembre 1980.)

10 Un bâtiment public

Chantier : Mairie de Villeneuve-le-Comte (77). **septembre 1983.**







Maître d'ouvrage
La Commune de Villeneuve-le-Comte.

Maître d'œuvre
CAUE de Seine-et-Marne. (conseiller)

Qualité du support
Moellons

Enduit employé
Plâtre + chaux + sable.

Mise en œuvre
Gobetis.
Enduit de finition.

Composition
Tapisseries
- 3 volumes de plâtre gros (PF Lafarge).
- 1 volume de chaux aérienne (Chaubor).
- 2 volumes de sable de Bourron-Marlotte.

Soubassement
- 2 volumes de chaux aérienne (Chaubor).
- 1 volume de ciment.
- 4 volumes de brique pilée.

Finition
- 3 volumes de chaux aérienne (Chaubor).
- 1 volume de ciment blanc.
- 5 volumes de brique pilée.

Stuc (entourage des baies).
- 3 volumes de plâtre gros.
- 1 volume de chaux aérienne.
- 1 volume de farine de marbre.
- 1 volume de farine de craie.

Coloration
Tapisseries
Pour 10 l d'eau :
1 kg de terre de Sienne naturelle + 150 g d'ocre rouge.
Badigeons (sur moulures seulement).
1/4 de litre d'eau.
1/4 de litre de lait de vache.
1 litre de Chaubor.

Finition
Grattée.

11 Une reprise de façade

14, rue de Marœil, 77 Voisin. **Septembre 1980.**







Maître d'ouvrage
Monsieur Finkelstein (propriétaire de la maison).

Maître d'œuvre
Monsieur Finkelstein.

Entreprise
Le Patrimoine Briard.

Qualité du support
Moellons calcaires liés à l'argile, enduit plâtre dégradé.

Enduit employé
Plâtre gros et chaux vive en roche (de pavier) éteinte sur place.

Mise en œuvre
Gobetis plâtre et sable fin de rivière.
Couche terminale sans recouvrement et percée à la planche à clous (un trou par cm^2), épaisseur 1,5 cm.

Composition
7 à 9 volumes d'eau.
3 volumes de chaux grasse.
2 volumes de cendre de bois (différentes essences).
14 à 16 volumes de plâtre gros.
2 volumes de sable fin (rivière).
1 volume de sable de Doué (77).

Coloration
Gris argenté légèrement ocre et fumé.

Finition
Tirée à la règle puis coupée au berthelet.

Prix au m^2
110 F H.T. (septembre 1980).

Observations
Enduit réalisé avec très peu de sable et forte teneur en chaux grasse, 20 %.
Patine très rapide.
Passage par temps humide (excellente condition).
Pour le soubassement :
2 volumes de chaux grasse.
1 volume de chaux hydraulique blanche.
2 volumes de grosses briques pilées (Ø 2 à 3).
1 volume de briques pilées en poudre.

Cette brochure a été réalisée sous l'égide de la Préfecture de la Région Île-de-France, de la Délégation Régionale de l'Architecture et de l'Environnement d'Île-de-France, et du C.A.U.E. 78.

Texte :

- Christiane Schmuckle-Mollard, architecte en chef des Monuments Historiques.
- Henri Bonnemazou pour le C.A.U.E. 78, responsable de la publication.

Ont collaboré à cette brochure :

- Claude Bouvard, architecte pour le C.A.U.E. 77.
- François Chauveau, architecte pour le C.A.U.E. 94.

Photos :

- Françoise Bardin, architecte
- C.A.U.E. 78,
- C.A.U.E. 94.

R.C. Paris B 328559547. Imprimé en France.